N.36 GIUGNO '88

fare ELETTRONICA

L. 4.000-Frs. 6,00

Realizzazioni pratiche • TV Service • Radiantistica • Computer hardware

REALIZZAZIONI PRATICHE

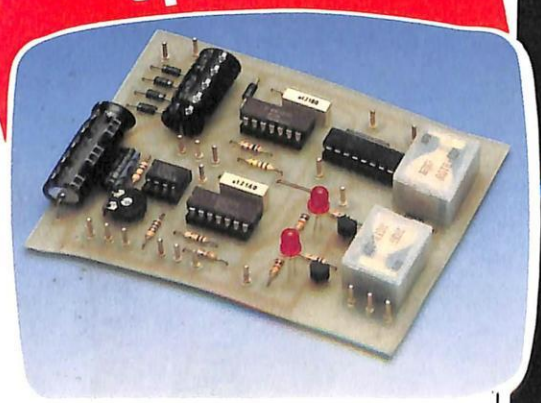
Convertitore CC-CC per finali audio

Lampeggiatore d'emergenza per auto

COMPUTER HARDWARE

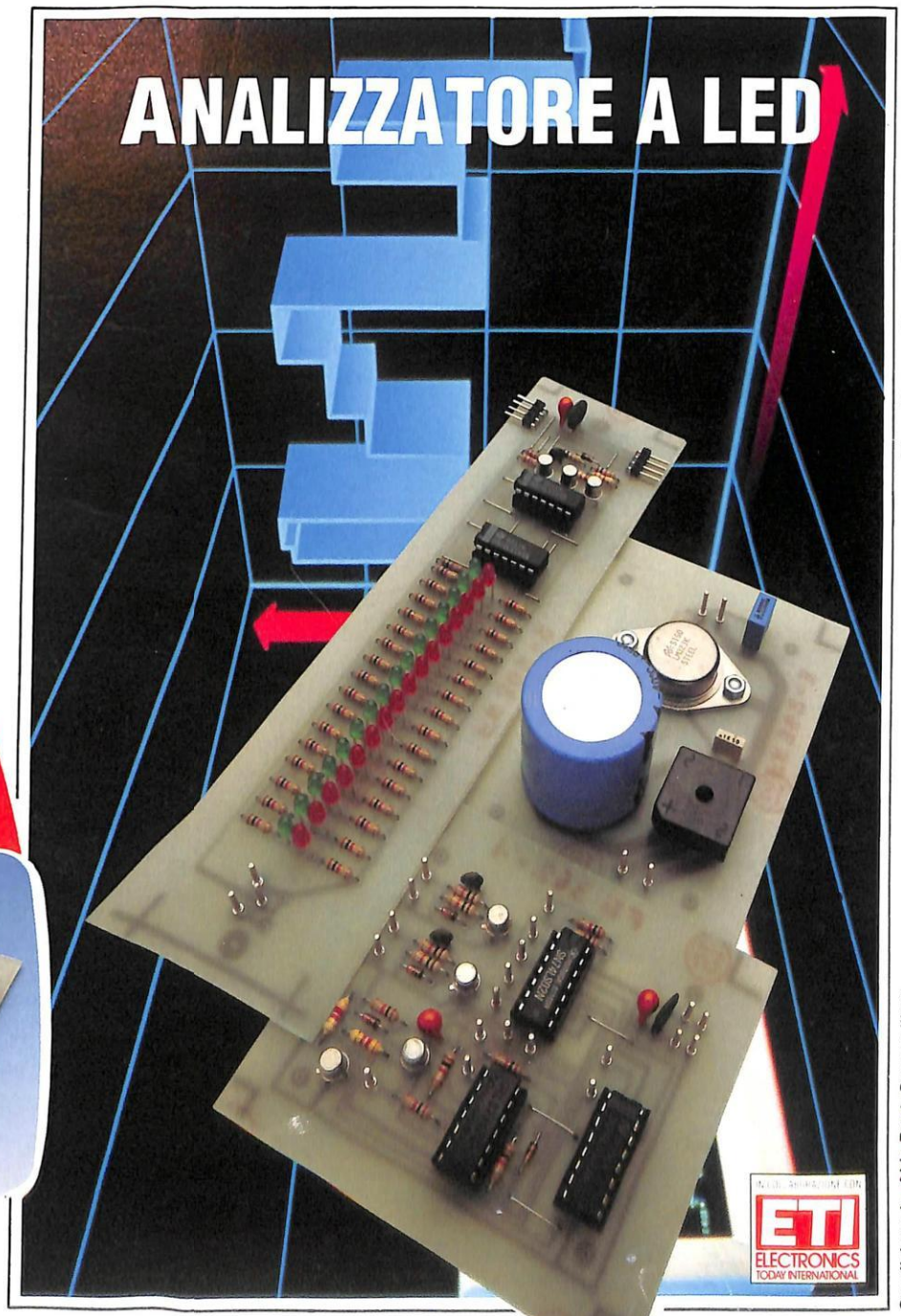
Scheda sound

Interfaccia opto-TV



RADIANTISTICA

Un telaio per ricevere meglio



TV SERVICE

Westinghouse Westman

GRUPPO EDITORIALE JACKSON
DIVISIONE PERIODICI

Taxe Percue (Tassa Riscossa) Milano Ferr. Corr.
Spedizione in Abb. Post. Gruppo III/70

FINALMENTE IN EDICOLA UNA VERA RIVISTA DI 96 PAGINE PIÙ DISCHETTO SOFTWARE PER IL TUO COMPUTER.

LINGUAGGI

BASIC • C • FORTH • MODULA 2

APPLICAZIONI

GRAFICA • MUSICA • DESK – TOP PUBLISHING

RECENSIONI

HARDWARE E SOFTWARE

...E IN PIÙ

TOOLS - GAMES... E ALTRO ANCORA PER IL PROFESSIONISTA E L'HOBBISTA.

AMIGA MAGAZINE

IN EDICOLA SCEGLI IL MEGLIO, SCEGLI JACKSON

SOMMARIO

Direttore Responsabile: Paolo Reina
Coordinamento tecnico e redazionale: Angelo Cattaneo
Hanno collaborato a questo numero:
Piero Todorovich, Nino Grieco,
Franco Bertelè, Fabio Veronese
Art Director: Marcello Longhini
Grafica e Impaginazione: Roberto Pessina
Corrispondente da Bruxelles: Filippo Pipitone

REDAZIONE
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano - Telefoni (02) 680368 - 680054
6880951/2/3/4/5 - Telex 333436 GEJIT

DIVISIONE PUBBLICITÀ
Via Pola, 9 - 20124 Milano - Tel.: 6948201
Telex: 316213 REINA I - 333436 GEJIT

OVERSEAS DEPARTMENT: 6948201

PUBBLICITÀ GRUPPO EDITORIALE JACKSON
PER ROMA - LAZIO E CENTRO SUD
Via Lago di Tana, 16 00199 Roma
Tel.: 06/8380547 Telefax: 06/8380637

UFFICIO ABBONAMENTI
Via Gasparotto, 15 Cinisello B. (MI) 20092
tel. 02/61290198-6127212-6122527-6187376

Prezzo della rivista: L. 4.000 numero arretrato L. 8.000
Abbonamenti annuali **Italia** L. 39.000, **Estero** L. 78.000

I versamenti vanno indirizzati a: Gruppo Editoriale Jackson
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano mediante l'acclusione di assegno circolare, vaglia o utilizzando il conto corrente postale n° 11666203

CAMBIO DI INDIRIZZO
I cambi d'indirizzo devono essere comunicati almeno con sei settimane di anticipo. Menzionare insieme al nuovo anche il vecchio indirizzo aggiungendo, se possibile, uno dei cedolini utilizzato per spedire la rivista. Spese per cambi d'indirizzo: L. 500

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano - Telefono (02) 680368 - 680054
6880951/2/3/4/5 - Telex 333436 GEJIT

CONSOCIATE ESTERE U.S.A.
GEJ Publishing Group. Inc. Los Altos Hils - 27910 Roble Blanco
94022 California - Tel. (001-415-94920208)

Spagna
Jackson Hispania S.A. - Plaza Republica del Ecuador 2
28016 Madrid - Spagna
Tel. 1-2505820 - Telex 052-49371 ELOCE

SEDE LEGALE Via G. Pozzone, 5 - 20121 Milano

Concessionaria esclusiva per la distribuzione in Italia Sodip
Via Zuretti, 25 - 20125 Milano

Spedizione in abbonamentpo postale gruppo III/70
Aut. Trib. di Milano n. 19 del 15-1-1983

Rivista videoimpaginata
con sistema Desktop Publishing

Stampa: Grafiche Pirovano - S. Giuliano M.

© DIRITTI D'AUTORE
La protezione del diritto d'autore è estesa non solamente al contenuto redazionale di Fare Elettronica ma anche alle illustrazioni e ai circuiti stampati.
Conformemente alla legge sui Brevetti n° 1127 del 29-6-39, i circuiti e gli schemi pubblicati su Fare Elettronica possono essere realizzati solo ed esclusivamente per scopi privati o scientifici e comunque non commerciali. L'utilizzazione degli schemi non comporta alcuna responsabilità da parte della Società editrice.
La Società editrice è in diritto di tradurre e/o fare tradurre un articolo e di utilizzarlo per le sue diverse edizioni e attività dietro compenso conforme alle tariffe in uso presso la Società editrice stessa.
Alcuni circuiti, dispositivi, componenti ecc. descritti in questa rivista possono beneficiare dei diritti propri ai brevetti: la società editrice non assume alcuna responsabilità per il fatto che ciò possa non essere menzionato.

DOMANDE TECNICHE
Per ragioni redazionali, non formulare richieste che esulino da argomenti trattati su questa rivista. Per chiarimenti di natura tecnica rivolgersi direttamente al nostro distributore di kit telefonando dalle ore 14 alle ore 17 di ogni venerdì al (0442) 30833.

GRUPPO EDITORIALE JACKSON, numero 1 nella comunicazione "business-to-business".
IL GRUPPO EDITORIALE JACKSON pubblica anche le seguenti riviste: AUTOMAZIONE OGGI, BIT, COMPUSCUOLA, ELETTRONICA OGGI, EO NEWS SETTIMANALE, INDUSTRIA OGGI, INFORMATICA OGGI MENSILE, INFORMATICA OGGI SETTIMANALE, PC WORLD MAGAZINE, STRUMENTI MUSICALI, SUPERCOMMODORE 64, TRASMISSIONE DATI E TELECOMUNICAZIONI, LA RIVISTA DI ATARI, COMMODORE PROFESSIONAL, COMPUTER GRAFICA E APPLICAZIONI, VIDEOTEL MAGAZINE, OLIVETTI PRODEST USER, NOI 128 & 64, AUTOMOBILE QUARTERLY, NAUTICAL QUARTERLY.

GRUPPO EDITORIALE JACKSON
DIVISIONE PERIODICI

ANNO 4 - N° 36 - GIUGNO '88

Pag. 10
Analizzatore a LED

Pag. 16
Scheda Sound

6 Attualità
9 Conosci l'elettronica?
21 Interfaccia opto TV
26 Convertitore C.C. - C.C. per finali audio
34 Inserto TV Service
76 Un telaio per ricevere meglio
81 Lampeggiatore di emergenza per auto
84 Selettore audio digitale
92 Tuner a sintesi di frequenza
96 LT 1070: Regolatore a commutazione
99 Mercato
100 Linea diretta con Angelo

Elenco inserzionisti

Doleatto ..... pag.15 RIF. P. 1
Sistrel ..... pag. IV di cop. RIF. P. 2

LISTINO PREZZI DEI CIRCUITI STAMPATI E DEI KIT*

* Realizzati dalla ditta: I.B.F. CEREA (VR)

CODICE CIRCUITO	N.RIV.	DESCRIZIONE	KIT	C.S.
9225	2-3	Indicatore di picco a led 'stereo'	12.900	5.100
9817-1-2	4	Vu-meter stereo con UAAA 180 'stereo'	27.000	8.000
9860	4	Pre-ampli per Vu-meter 'stereo'	10.800	5.100
9874	24	Amplificatore stereo 2X45W 'ELEKTORNADO'	63.000	12.500
9945	16	Pre-amplificatore stereo 'CONSONANT'	77.000	14.500
9954	17	Pre-amplificatore stereo per p.u. 'PRECONSONANT'	18.000	7.000
9967	7	Modulatore video VHF-UHF	21.000	5.700
77101	2-3	Amplificatore 10w con aletta	14.000	4.000
79017	32	Generatore di treni d'onda	38.000	11.000
79513	16	ROSmetro per HF-VHF	—	2.200
80023-A	11	Ampli HI-FI 60W con OM961: TOP-AMP	59.000	6.900
80023-B	11	Ampli HI-FI con OM931: TOP-AMP	56.000	6.900
80024	7	BUS-BOARD per connettori a 64 poli	—	15.000
80086	13	Temporizzatore intelligente per tergicristallo	49.000	9.900
80133	34	Transverter per 432 MHz.	—	37.000
81068	28	MINIMIXER stereo a 5 ingressi	—	31.000
81112	30	Generatore di effetti sonori (generale)	28.000	6.000
81117-1-2	31	HIGH COM: compander-expander HI-FI con alimentatore e moduli originali TFK.	160.000	99.000
81142	31	Scrambler	38.000	8.000
81150	35	Generatore di radiofrequenza	25.000	8.000
81155	33	Luci psichedeliche a 3 canali	40.000	9.900
81170-1-2	42	Orologio a microprocessore/timer	220.000	21.500
81173	32	Barometro	85.000	10.500
81515	38-39	Indicatore di picco per altoparlanti	9.900	4.800
81570	38-39	Preampli Hi-Fi 'stereo' con alimentazione	51.000	13.000
82004	34	Timer da 0.1 sec a 999 sec.	59.000	8.700
82006	35	Oscillatore sinusoidale a PONTE DI WIEN	52.000	6.000
82011	34	Strumento a LCD a 3 e ½ cifre	50.000	6.000
82014	40	Pre-ampli per chitarra: ARTIST	132.000	36.000
82015	34	Vu-meter a led con UAA170 con pre-ampli	19.800	4.000
82020	35	Mini-organo polifonico 5 ottave	66.000	10.000
82043	37	Amplificatore RF 10W per 432 MHZ.	—	14.300
82048	53	Timer programmabile per camera oscura con WD55	154.000	12.000
82070	37	Carica batterie al NiCd universale	33.000	8.200
82077	41	SQUELCH automatico	14.500	5.600
82080	41	Riduttore di rumore DNR (filtro escl.)	33.000	9.000
82090	40	Tester per RAM 2114	19.000	5.800
92093	40	Mini-scheda EPROM con 2716	29.800	4.900
82105	44	Scheda CPU con Z80-A	135.000	25.500
82128	43	Variatore di luminosità per fluorescenti	32.000	6.000
82138	42	STARTER elettronico per fluorescenti	6.000	2.500
82144-1-2	45	Antenna attiva	33.000	9.500
82146	44	Rivelatore di gas con FIGARO 813	64.000	7.000
82156	45	Termometro a LCD con sensore TSP 101	66.000	6.700
82157	46	Illuminazione per ferromodelli	55.000	12.000
82178	47	Alimentatore professionale 0÷35V/3A	56.000	14.300
82180	47	Amplificatore HI-FI a VMOS-FET da 240W/4 Ω: CRESCENDO	124.000	15.300
82190	49	VAM: modulatore video-audio	54.000	9.900
82539	50-51	Pre-ampli per registratori (HI-FI)	16.000	5.100
83008	48	Protezione per casse acustiche HI-FI	48.000	9.200
83011	49	MODEM acustico per telefono	99.000	18.300
83014-A	52	Scheda di memoria universale con 8x2732	210.000	24.000
83014-B	52	Scheda di memoria universale con 8x6116	290.000	24.000
83022-1	52	PRELUDIO: Bus e comandi principali	99.000	38.000
83022-2	53	PRELUDIO: pre-ampli per p.u. a bobina mobile	32.000	13.000
83022-3	53	PRELUDIO: pre-ampli per p.u. a magnete mobile	39.500	16.000
83022-4	53	PRELUDIO: controllo toni a distanza	50.000	10.000
83022-5	53	PRELUDIO: controllo toni	39.500	13.000
83022-6	53	PRELUDIO: amplificatore di linea	31.000	16.000
83022-7	49	PRELUDIO: amplificatore per cuffia in classe A	34.200	13.000
83022-8	49	PRELUDIO: alimentazione con TR.	44.000	11.500
83022-9	49	PRELUDIO: sezione ingressi	31.500	18.500
83022-10	52	PRELUDIO: indicatore di livello tricolore	21.000	7.000
83037	52	Lux-metro LCD ad alta affidabilità	74.000	8.000
83044	54	Decodifica RTTY	69.000	10.800
83054	54	Convertitore MORSE con strumento	50.000	10.000
83071-1-2-3	55	Visualizzatore di spettro a 10 bande	120.000	33.000
83087	56	PERSONAL FM: sintonia a pot. 10 giri	46.500	7.700
83095	57	QUANTISIZER	131.000	12.000
83102	59	Scheda Bus a 64 conduttori (schemato)	—	28.000
83103-1-2	57	Anemometro	72.000	15.000
83107-1-2	58	Metronomo elettronico professionale	94.000	15.800
83108-1-2	58	Scheda CPU con 6502	269.000	42.000
83110	58	Alimentatore per ferromodelli	44.000	12.000
83113	59	Amplificatore video	17.000	7.500
83120-1-2	59	DISCO PHASER	79.000	24.900
83121	59	Alimentatore simmetrico con LM317+337T	49.000	12.500
83123	59	Avvisatore di ghiaccio	21.000	6.800
83124	61	Generatore di sincronismo video	19.000	7.500
83133-1-2-3	60	Cosmetico per segnali audio	96.000	30.000
83551	62-63	Generatore di figure video	79.000	7.000
83552	62-63	Ampli-microfonico con TONI e VOLUME	22.000	7.400
83561	62-63	Generatore sinusoidale 20Hz-20KHz.	23.800	6.000
83562	62-63	BUFFER per ingressi PRELUDIO	12.000	6.000
83563	62-63	Indicatore di temperatura per dissipatori	22.000	6.800
84009	61	Contagiri per auto diesel (µA escluso)	12.900	4.900
84012-1-2	61	Capacimento LCD da 1pF a 20.000µF	119.000	22.600
84018	61	Combinatore video	—	6.900
84024-1	64	Analizzatore in tempo reale: FILTRO	69.000	15.000
84024-2	64	Analizzatore in tempo reale: INGRESSO E ALIM.	45.000	12.200
84024-3	65	Analizzatore in tempo reale: DISPLAY LED	240.000	45.000
84024-4	65	Analizzatore in tempo reale: BASE	140.000	50.000
84024-5	66	Analizzatore in tempo reale: GEN. RUMORE ROSA	54.000	9.900
84024-6	66	Analizzatore in tempo reale: DISPLAY VIDEO	85.000	20.500
84029	64	Modulatore video-audio UHF (quarzo escluso)	30.000	9.600
84035	65	Alimentatore in C.A.	39.000	7.500
84037-1-2	65	Generatore di impulsi	132.000	37.000
84041	66	Amplificatore HI-FI a VMOS-FET da 70 W/4 Ω: MINICRESCENDO	90.000	14.300
84071	68	CROSSOVER attivo a 3 vie	74.000	14.300
84078	69	Convertitore RS232-CENTRONICS	116.000	17.400
84079-1-2	68	Contagiri digitali LCD	75.000	21.000
84081	68	Misuratore della potenza dei FLASH	89.000	10.800
84084	69	Invertitore di colore video	44.000	10.600
84088	69	Antifurto	16.500	6.000
84089	69	Pre-ampli dinamico per p.u.	22.000	6.000
84101	70	TV monitor	14.000	6.600
84102-EH	2	RCL meter	62.000	15.900
84107	71	Interruttore a tempo	24.000	6.000
84111	71	Generatore di funzioni (con trasf.)	96.000	17.800
84112	71	Controllo di temperatura per saldatori	19.000	6.000
85402-EH	2	Scheda vocale per 5 HC	84.000	7.500
85044-EH	5	Alimentatore da 10A	85.000	13.000
85058-EH	6	Bus I/O universale	80.000	20.000
85063-EH	6	Digitalizzatore	52.000	9.000
EH04	8	Noise gate Stereo	52.000	9.800
EH07	9	Capacimento digitale 5 cifre	77.000	15.500
EH12	9	Vobulatore audio	92.000	21.000
EH20	11	I/O Bus per MSX con c.s. per connettore	77.000	27.000
EH24	16	Commutatore elettronico	35.000	9.000
EH26	12	Scheda A/D per MSX	52.000	9.000
EH32	12	Termometro digitale	20.000	5.000
EH33/1/2	13	Interfaccia robot per MSX	52.000	13.000
EH34	13	Real Time per C64	60.000	9.500
EH41	—	Convertitore 12 Vcc/220 Vca 50 VA (con trasformatore)	72.000	9.000
EH42	—	Modulo DVM universale VEDI 82011		
EH51	17	Mini-Modem	105.000	13.000
EH54	18	Voltmetro digitale col C64	49.000	7.000
EH191	19	Alimentatore 3 ÷ 30 V (mAmperometro escluso)	45.000	13.000
EH201	20	Penna ottica per C64	15.000	6.000
EH202	20	Misuratore di impedenza	49.000	16.900
EH204	20	Linea di ritardo (3x TDA 1022)	94.000	—
EH211	21	Pad analogico per MSX	32.000	6.000
EH213	21	Telefono 'hands-free'	69.000	11.000
EH214	21	Il C64 come combinatore telefonico	79.000	13.000
EH215	21	Hi-FI Control	49.000	7.500
EH221	22	Crossover attivo per auto	19.000	6.000
EH222	22	Timer programmabile	11.000	11.000
EH223	22	Trasmettitore a I.R. 4 canali	29.000	7.000
EH224	22	Ricevitore a I.R.	44.000	8.000
EH225	22	Effetti luce col C64	48.000	12.000
EH226	22	Barometro con LX0503A VEDI 81173		
EH227	22	Analizzatore digitale per MSX	49.000	11.000
FE231	23	20 W in classe A	114.000	18.000
FE233	23	Igrometro	41.000	7.000
FE241	24	Alimentatore per LASER con trasformatore	76.000	15.000
FE242	24	Pad per C64	10.000	6.000
FE243	24	Pulce telefonica	10.000	6.000
FE244	24	Termometro con TSP102	13.000	6.000
FE272	27	Stroboscopio da discoteca	79.000	12.000
FE303/1/2	30	Induttanzimetro digitale	66.000	17.000
FE305	30	Il C64 come strumento di misura	137.000	14.000
FE306	30	Dissolvenza per presepio (scheda base)	42.000	15.000
FE307	30	Dissolvenza per presepio (scheda EPROM)	46.000	15.000
FE308	30	Dissolvenza per presepio (bus+comm.)	25.000	15.000
FE331	33	Scheda EPROM per C64	—	38.000

I Kit e i circuiti stampati sono in vendita presso la ditta costruttrice **I.B.F. - Casella postale 154 - 37053 CEREA (Verona) - Tel. 0442/30833.**
I Kit comprendono i circuiti stampati e i componenti elettronici come da schema elettrico pubblicato sulla rivista. Il trasformatore di alimentazione è compreso nel Kit SOLO SE espressamente menzionato nel listino sottostante.

CODICE CIRCUITO	N.RIV.	DESCRIZIONE	KIT	C.S.
FE332	33	Radiomicrofono a PLL	99.000	13.000
FE341	34	Super RS232	64.000	8.000
FE342/1	34	Temporizzatore a µP (scheda base)	126.000	34.000
FE342/2	34	Temporizzatore a µP (scheda display)	29.000	10.000
FE342/3	34	Temporizzatore a µP (scheda di potenza con trasfor.)	76.000	15.000
FE342/4	34	Tastiera	27.000	9.000
FE343/1	34	Telefax (scheda base con trasformatore)	61.000	19.000
FE343/2	34	Telefax (scheda generatore di tono)	38.000	9.500
FE344	34	Interfono 'Hands Free' (alimentatore escluso)	28.000	8.000
FE345	34	Miscelatore di colori (con trasformatore)	75.000	19.000
FE346	34	Sintetizzatore di batteria col C64	58.000	14.000
FE351	35	Programmatore di EPROM (senza Textool)	113.000	16.000
FE352/1	35	Selettore audio digitale (scheda base)	119.000	27.000
FE353	35	Adattatore RGB-Composito (senza filtro e linea di ritardo)	48.000	9.000
FE361	36	Interfaccia opto-TV	43.000	11.000
FE 362-1	36	Analizzatore a led: scheda controllo	26.000	8.500
FE 362-2	36	Analizzatore a led: scheda display	33.000	11.000
FE 362-3	36	Analizzatore a led: scheda alimentatore	35.000	8.500
FE 363	36	Lampeggiatore d'emergenza	17.000	6.000
FE 364-1-2	36	Selettore audio digitale: tastiera	67.000	27.000

Accordo tra Gruppo Editoriale Jackson e VNU Business Press

INTEGRAZIONE MONDIALE NELL'EDITORIA ELETTRONICA E INFORMATICA

Il Gruppo Editoriale Jackson e la VNU Business Press Group, gruppo internazionale con sede ad Amsterdam e consociate negli Stati Uniti, Inghilterra, Francia, Spagna, Belgio e Australia, hanno annunciato lo scorso maggio un accordo che prevede l'ingresso del gruppo olandese nella compagine azionaria del Gruppo Editoriale Jackson con una quota del 49%.

Il Gruppo Editoriale Jackson con le sue 28 riviste, gli oltre 800 manuali tecnici e scolastici, 16 tra enciclopedie e corsi interattivi di autoapprendimento e un calendario di oltre 70 diversi tipi di corsi di formazione, ha superato nel 1987 un fatturato di 30 miliardi di lire.

L'accordo risponde in modo preciso alla struttura del mercato delle tecnologie avanzate, che sempre più evidenzia la necessità di superare confini nazionali, integrando l'offerta in una dimensione più ampia. Gruppo Editoriale Jackson e VNU intendono con questo accordo rendere immediatamente operativa la perfetta identità strategica nell'editoria avanzata, dando vita ad un'integrazione completa di mezzi e mercati nei settori dell'elettronica, informatica e automazione.

Oltre all'ulteriore accrescimento della leadership consolidata nel settore dei periodici e libri nell'area delle nuove tecnologie, l'accordo prevede la diffusione tempestiva su scala internazionale dei nuovi media interattivi realizzati da Jackson, che vanta un'esperienza unica nel settore dei prodotti autodidattici basati su personal computer.

Jackson e VNU svilupperanno anche tutte le sinergie possibili nell'area dei nuovi media video, telematici e ottici con particolare riferimento alle tecnologie CD-ROM.

La VNU Business Press Group è parte del più ampio gruppo editoriale VNU (Verenigde Nederlandse Uitgeversbedrijven), caratterizzato da un fatturato consolidato 1987 superiore a 1,1 miliardi di dollari. Con l'acquisizione della partecipazione Jackson, il fatturato '88 della VNU Business Press Group supererà i 240 milioni di dollari con oltre 100 riviste professionali, 70 delle quali nel settore delle nuove tecnologie.

La VNU Business Press deriva da un preciso piano strategico di integrazione tra editori e media leader in ciascun paese, mirante alla costituzione del maggior gruppo mondiale nel settore della business to business comunication nelle tecnologie avanzate.

Il Gruppo VNU è noto nel settore dell'editoria elettronica internazionale, oltre che per l'incorporazione dell'autorevole casa editrice americana Hayden Publishing Company (Electronic Design), avvenuta circa un anno fa, anche per la recente acquisizione della prestigiosa rivista Electronics dalla McGraw-Hill.

Nel settore dell'informatica VNU pubblica testate di rinomanza mondiale quali l'americana Personal Computing, le inglesi Personal Computer World e Computing, le francesi Informatique Hebdo e Soft & Micro, nonchè la spagnola Chip.

ATTUALITA'

IL TRANSPUTER

di M. Barwise

Ecco come funziona questo chip-meraviglia della Inmos.

La serie di microprocessori Inmos Transputer, entrata sul mercato per la prima volta nel Novembre 1985, soltanto nei mesi scorsi è diventata disponibile per piccoli quantitativi. E' troppo nuova per poter essere descritta in tutti i particolari, ma vale la pena di dedicarle la nostra attenzione, perchè si tratta di una configurazione molto innovativa.

I Transputer sono il risultato di un lavoro di sviluppo durato più di tre anni e rappresentano un radicale distacco dai processori tradizionali con architettura secondo Von Neumann. Sono stati sviluppati contemporaneamente al nuovo liguaggio ad alto livello Occam della Inmos, mentre l'architettura a livello di macchina ed il set di istruzioni sono stati ottimizzati per interfacciarsi con linguaggi ad alto livello, mettendo l'accento sull'elaborazione concorrente (multi-tasking).

Il multi-tasking viene implementato in hardware, anzichè in software tramite RTE (Real Time Executive) come avviene nella maggior parte dei sistemi micro. Questo approccio riduce considerevolmente l'overhead del controllo nella pseudo-concorrenza a ripartizione di tempo che avviene nel processore singolo ed inoltre sceglie automaticamente i punti ottimali per l'alternarsi dei task, secondo fattori come le dimensioni necessarie del blocco di parametri di ripristino, oppure il fatto che una routine sia in attesa inerte dell'arrivo di un ingresso da un canale di dati.

I Transputer fanno anche di meglio. Ciascun processore è equipaggiato con un certo numero di collegamenti seriali asincroni ad alta velocità, che appaiono al processore identici al meccanismo da esso attuato per la comunicazione interprocesso nel caso della pseudo-concorrenza ad unico processore. E' quindi possibile avere una serie di procedure concorrenti che girano su un solo Transputer, come pure installare ciascuna routine su un processore separato, collegato agli altri mediante linee seriali, permettendo in tal modo la vera concorrenza. Ciò significa che il software può essere messo a punto su un sistema di sviluppo ad unico processore, di costo relativamente basso, e poi fatto girare su un gruppo a processori multipli.

Gli array con processori Transputer presentano enormi vantaggi rispetto ai sistemi convenzionali a processori multipli. Nei sistemi multi-tasking, la larghezza di banda disponibile per ciascun task è approssimativamente proporzionale al reciproco del prodotto tra i seguenti fattori: il tempo di ciclo per l'accesso alla memoria, il numero dei processori che si condividono la memoria, il tempo di overhead dell'avvicendamento ed il numero di ripetizioni al secondo dell'arbitraggio.

Da quanto detto risulta chiaro che, usando diversi processori convenzionali, non c'è molto vantaggio nell'efficienza di esecuzione rispetto all'avvicendamento di task su un unico processore. A meno che alcuni processori possano svolgere compiti indipendenti senza far riferimento ad una memoria in comune, il solo vantaggio reale è una certa riduzione dell'overhead di avvicendamento, grazie alle variabili locali inserite nelle mappe di memoria dei diversi processori: di conseguenza, questi non richiedono la memorizzazione da e verso i blocchi di parametri.

Il multi-tasking su un unico Transputer presenta vincoli analoghi, quantunque il controllo hardware della suddivisione di tempo riduca decisamente l'overhead di avvicendamento. Tuttavia, l'array multi-processore del Transputer ha una larghezza di banda che aumenta efficacemente in proporzione al numero di Transputer funzionanti nel sistema, grazie alla totale assenza di memoria condivisa (permettendo così la vera concorrenza) ed alla possibilità di avvicendare i task a seconda della richiesta e della disponibilità di dati.

Ciò vuol dire che, per aumentare le prestazioni del sistema, è sufficiente aggiungere altri Transputer. C'è ovviamente un limite, ma abbiamo visto sistemi con 64 Transputer funzionanti in concorrenza in parallelo entro un rack da 19 pollici, alto circa 60 cm, che avevano la capacità di elaborare 640 milioni di istruzioni al secondo (MIPS)!

La semplicità dell'implementazione hardware del Transputer, così come l'utente la vede, è molto attraente; ugualmente attraente è la rara virtù della compatibilità, in tutta la serie di Transputer:

T414 32 bit, mappa da 4 Gbyte, 20 MIPS.
T212 16 bit, mappa da 64 Kbyte, 10 MIPS.

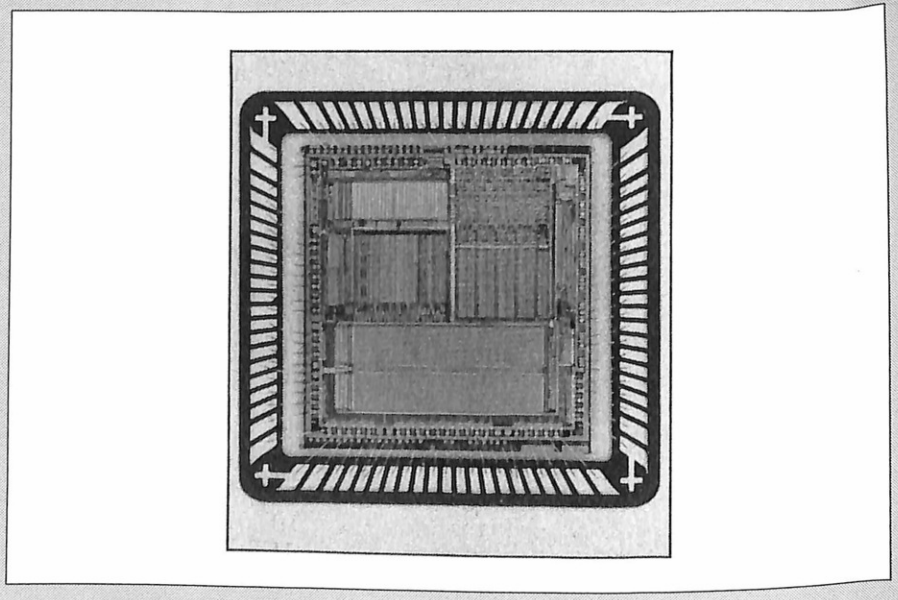
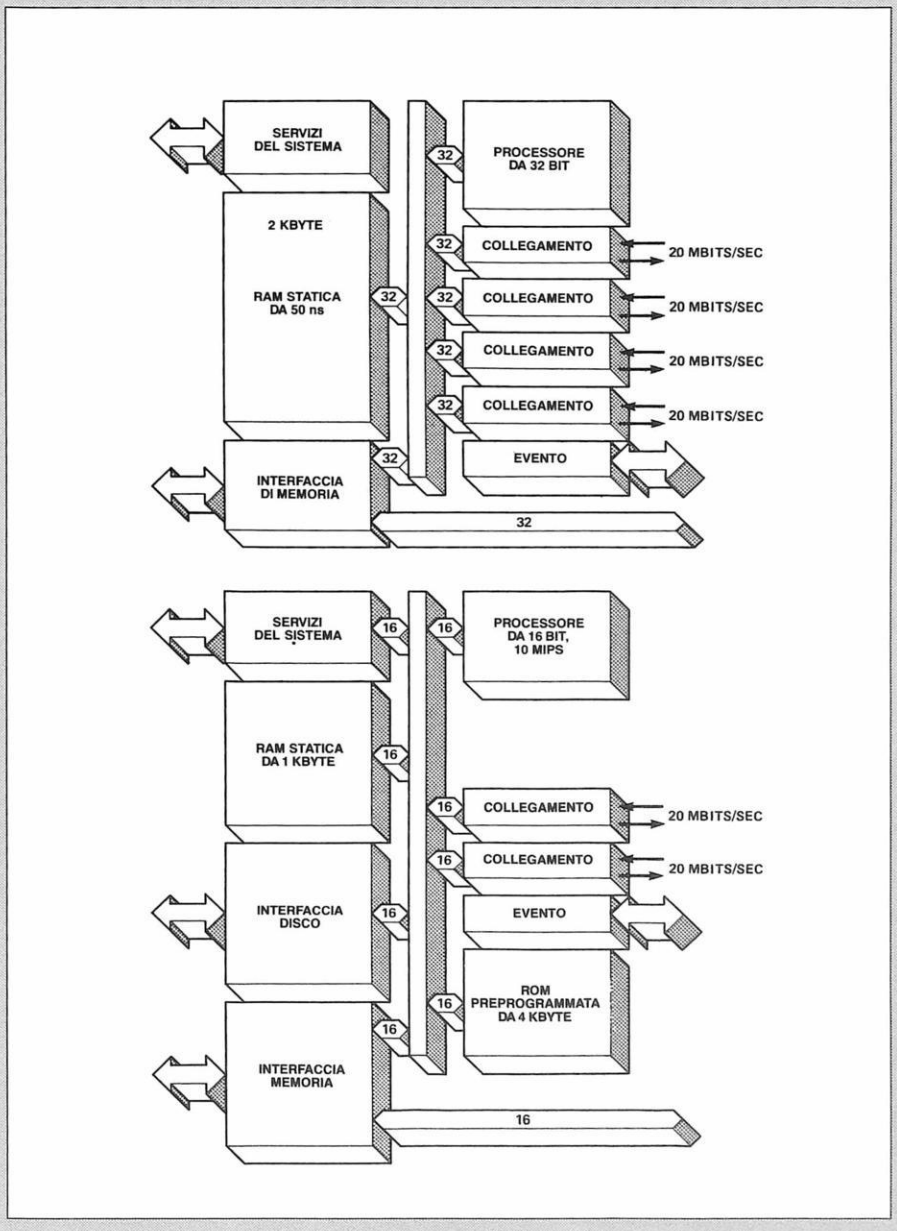


Foto 1. Maschera di integrazione del chip Transputer T414, a 32 bit.

M212 16 bit, mappa da 64 Kbyte, elaboratore dedicato alle operazioni su disco.
T800 il più recente: elaboratore aritmetico a virgola mobile: processori da 32 bit a numero intero e da 64 bit a virgola mobile, 1,5 MFLOPS, mappa da 4 Gbyte.

Agli effetti pratici, un programma scritto per uno qualsiasi dei Transputer può essere eseguito su qualsiasi altro, indipendentemente dalla lunghezza di parola del processore.

Figura 1. Architettura dei Transputer T414 ed M212



Architettura generale

Per chi possa permettersi di acquistare il linguaggio Occam (costa più di una ventina di milioni), l'architettura del processore è in realtà irrilevante, comunque vale la pena di una sommaria descrizione.
Esistono naturalmente differenze nelle mappe di memoria dei Transputer con diversa lunghezza di parola, ma tutti obbediscono al medesimo principio. Tutte le mappe di indirizzamento sono codificate in complemento a due, cosicchè l'indirizzo più basso è 80h (esadecimale) e l'indirizzo più alto è 7Fh (esadecimale). In qualsiasi Transputer, i collegamenti di comunicazione sono posizionati agli indirizzi più bassi della mappa ed hanno ciascuno le dimensioni di una parola. Sopra di questi, un piccolo blocco di memoria è riservato all'uso da parte del processore, mentre il resto della mappa è disponibile per l'utilizzatore.
Ciascun Transputer incorpora una memoria per lettura e scrittura veloci, indirizzata nei 2 K o nell'1 K inferiori della mappa. E' pertanto possibile utilizzare il processore per compiti limitati, senza necessità di memoria esterna.
Le periferiche possono essere mappate in memoria nei confronti degli indirizzi esterni e qualsiasi dispositivo può prendere il comando del bus esterno per i trasferimenti DMA (Direct Memory Access). Questo procedimento è piuttosto normale sui micro da 16 e da 32 bit, ma una funzione peculiare dei Transputer è che, durante il DMA alla mappa esterna, può continuare senza interruzione l'esecuzione di una procedura nella memoria interna.
Una piccola differenza tra i componenti a 32 e 16 bit risiede nell'interfaccia per la memoria esterna.
Il componente a 32 bit è stato progettato per pilotare RAM dinamiche e fornisce tutti i segnali di controllo necessari senza nessun supporto esterno.
L'interfaccia può essere configurata praticamente per qualsiasi specifica di temporizzazione possibile.
Questo fa si che un piccolo blocco di memoria in cima alla mappa (dove normalmente risiede la ROM) venga riservato ai parametri di interfaccia RAM.

I componenti di comunicazione mettono a disposizione delle interfacce di collegamento (che gestiscono la comunicazione asincrona in full duplex a 10 o 20 Mbaud) e di due temporizzatori utilizzati per l'avvicendamento dei task in concorrenza.
Il fatto forse più impressionante è che tutto questo trova posto su una lastrina quadrata di silicio, il cui lato non raggiunge i 12 mm!

Il Transputer da 16 bit richiede come memoria esterna una RAM statica veloce. Esso supporta la temporizzazione di interfacce standard con dispositivi di 2 K, 8 K e 32 K. Uno stato di attesa hardware (controllato dall'esterno) può prolungare il tempo di accesso, per le memorie più lente.

Registri del processore

Tutti i Transputer hanno in comune una serie di registri della lunghezza di una parola.
Registro I. E' il puntatore all'istruzione. Si tratta di un normale puntatore di programma che si incrementa mentre il programma gira.

Tutte le istruzioni sono lunghe 1 byte, per evitare la conflittualità con le diverse lunghezze di parola nella gamma dei Transputer.
Registro W. E' il puntatore allo spazio di lavoro. Si tratta di un puntatore verso l'indirizzo di base dell'area di lavoro attuale. C'è come minimo un'area di lavoro per ciascun processore nella memoria ed ogni area è un array convenzionale base più offset.
Registro O.
E' il registro dell'operando e conserva l'operando dell'istruzione da eseguirsi. Dopo ogni esecuzione, il registro O viene cancellato.
Registri A, B e C. Questi tre registri, con ampiezza di una parola ciascuno, formano uno stack di valutazione LIFO (Last In - First Out = l'ultimo ad entrare è il primo ad uscire) a tre livelli. Lo stack può essere manipolato fino ad un certo limite (inversione dei due elementi superiori) ed ha molto in comune con lo stack controllato tramite software nel Forth. Tutti questi registri vengono utilizzati da convenzionali processi sequenziali. Durante l'avvicendamento tra i processi, i contenuti dei relativi registri vengono interscambiati con i blocchi di parametri della RAM. C'è anche un registro per il flag di errore, da utilizzare per le operazioni aritmetiche; può essere direttamente controllato dall'utente, sia per quanto riguarda il suo stato, sia per l'azione che deve essere intrapresa quando esso è attivo.
Per il controllo dell'elaborazione concorrente è prevista una serie di registri che possono essere inizializzati dall'utente, ma vengono prevalentemente manipolati durante l'esecuzione di particolari istruzioni relative all'elaborazione concorrente.
Una parte della serie contiene i puntatori verso il principio e la fine di due linee di attesa a priorità alternata, per i processi concorrenti, mentre i rimanenti registri contengono i parametri di controllo del temporizzatore e dell'orologio, per il funzionamento a suddivisione di tempo.

Funzioni speciali

Il Transputer è aperto ad alcune soluzioni, estremamente creative, per i normali problemi "pesanti" relativi al debug (ricerca degli errori) ed all'inizializzazione.
A seconda dello stato logico di un piedino di selezione, RESET può saltare all'indirizzo più alto della mappa (nello spazio della ROM) oppure attendere i dati di avviamento da un collegamento hardware. Quando la partenza avviene in ROM, la prima istruzione sarà un salto all'indietro verso il reale inizio del programma, come in un sistema convenzionale.
Se viene scelta la seconda opzione, il primo collegamento che si attiverà sarà l'origine della routine di avviamento, poi verranno accettati dati fintanto che sarà stato ricevuto un determinato numero di byte. Questi vengono inseriti in memoria in modo sequenziale, a partire dal più basso indirizzo libero e, quando tutti saranno stati accettati, l'esecuzione verrà trasferita a questo indirizzo. Questa possibilità permette il debug rapido e la gestione di sistemi senza ROM.
Mentre il Transputer attende un input da una connessione, attraverso quest'ultima può essere inviata un'istruzione PEEK oppure POKE, che verrà eseguita prima di riprendere l'attesa dei dati di partenza.
In caso di reset generale, le informazioni nei registri vanno perdute. L'attivazione del segnale ANALYSE durante il reset permette però di conservare alcuni parametri critici per il debug.

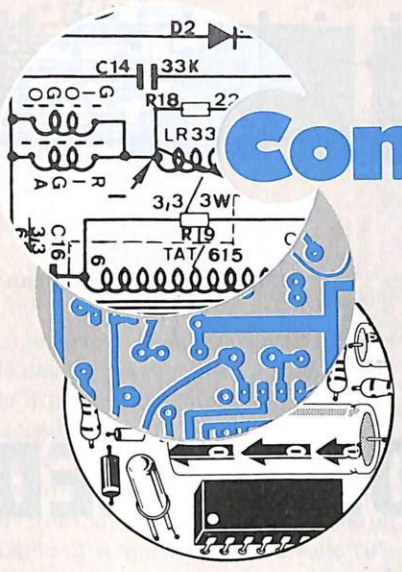
Interconnessioni

Un chip di supporto, l'adattatore per collegamento CO11, permette di eseguire collegamenti seriali ad interfacce parallele. Questo dispositivo può funzionare in due modi. Può agire come simulatore di una periferica bidirezionale mappata in memoria, oppure può servire per l'accoppiamento ad altri microprocessori, come una doppia porta handshake, ciascuna metà della quale faccia le veci di un'interfaccia Centronics veloce.
I Transputer possono essere direttamente interconnessi tra loro senza adattatori di linea, se la distanza non supera i 30 cm: in questa configurazione i trasferimenti dei dati avvengono a 20 Mbaud. Per le maggiori distanze, ciascun Transputer pilota un adattatore di linea locale e l'interconnessione avviene tramite una linea parallela, tra due adattatori funzionanti in senso opposto agli estremi. In questa configurazione, la velocità di trasmissione standard è di 10 Mbaud ma, poichè l'handshake è automatico, possono essere accoppiati senza inconvenienti due collegamenti Transputer funzionanti a velocità diverse. Sul collegamento più veloce sarà presente un handshake che renderà intermittente il trasferimento dei byte, mentre la produttività sarà quella del collegamento più lento.
Gli adattatori di linea si interfacciano anche al mondo esterno e ad altre famiglie di microprocessori, permettendo un'enorme varietà di opzioni intelligenti per la gestione di periferiche.

Valutazione

I Transputer sono effettivamente processori con un set di istruzioni ridotto e, come tali, hanno una produttività fenomenale per la loro frequenza di clock. Questo fatto, combinato con la necessità quasi nulla di dispositivi di supporto esterno, fa di loro una soluzione molto interessante per i sistemi compatti ad elevate prestazioni.
La maggiore obiezione attuale riguarda il costo. Anche se i chip in sè costano relativamente poco (circa 350000 lire al momento in cui è stato scritto questo articolo), l'Occam è terribilmente caro (una ventina di milioni). Ovviamente, non si tratta di una proposta economica, a meno che non dobbiate programmare Transputer tutto il giorno, per scopi commerciali. D'altronde, il costo della maggior parte dei sistemi di sviluppo convenzionali si aggira su cifre analoghe, anche per componenti come l'8086: pertanto i Transputer non hanno assolutamente prezzi irreali. Complessivamente, siamo favorevoli ai Transputer. Tutte le nuove funzioni sono estremamente "pratiche" e formano un punto di partenza interamente nuovo nella concezione dei microprocessori. Si tratta essenzialmente di processori ad alto livello: il loro hardware è cioè conforme alle formulazioni usate nella pratica dei linguaggi ad alto livello, invece di costituire una configurazione arbitraria che necessita di un modello software ad alto livello.
Tra gli altri, un notevole risultato è il fatto che non è necessario un esecutivo in tempo reale, con la liberazione di ingenti masse di memoria per i Transputer ed il relativo ampliamento delle applicazioni riservate all'utente. La suddivisione di tempo hardware riduce ulteriormente la necessità di RTE, favorendo le massime prestazioni per quanto riguarda il tempo di esecuzione.
L'effettiva indipendenza dei programmi scritti per i Transputer dall'implementazione hardware rende gli attuali obiettivi operativi migliorabili senza che sia necessaria un'ampia riconfigurazione. Non si dovrà forse più dire che "il tale programma non può girare sul modello 2 della marca XYZ".
Per concludere, vale la pena di tenere d'occhio gli sviluppi del Transputer anche se, nell'immediato futuro, pochi di noi riusciranno a possedere e usare sistemi Transputer (esiste però una scheda di valutazione Inmos per l'IBM PC...).

© ETI 1987



Conosci l'elettronica?

1. Come collegheresti un resistore nel circuito di Figura 1, in modo che la corrente nominale possa passare attraverso ciascun filamento? Quale dovrebbe essere il valore di tale resistore?

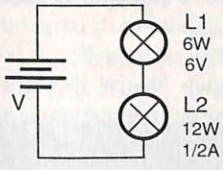


Figura 1

2. Quale tensione di batteria è necessaria per il circuito di Figura 1?

3. Nel diodo illustrato in Figura 2, quale terminale è il catodo?

A) Quello contrassegnato X.
B) Quello contrassegnato Y.

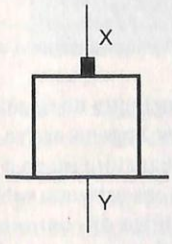


Figura 2

4. Supponiamo che +5 V rappresentino il livello logico "1" e che 0 V rappresentino il livello logico "0" (trascurando qualsiasi caduta di tensione tra i terminali dei diodi); lo schema di Figura 3 funziona come

A) Una porta AND.
B) Una porta NAND.
C) Una porta OR.
D) Una porta NOR.

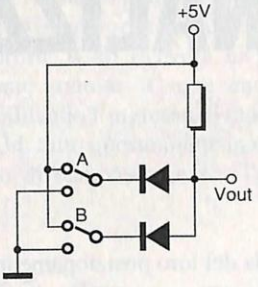


Figura 3

5. Quale dei seguenti NON è un requisito per un amplificatore operazionale?

A) Ingresso differenziale.
B) Ingresso ed uscita a zero volt (in assenza di segnale).
C) Curva di risposta lineare
D) Tensione di alimentazione positiva e negativa (long tail).

6. Confrontando i diodi a 3 strati e quelli a 4 strati, quali sono unilaterali?

A) I diodi a 3 strati.
B) I diodi a 4 strati

7. Quale tra le curve caratteristiche di un diodo mostrate in Figura 4 vale per temperature maggiori di 25 °C?

A) La curva segnata X.
B) La curva segnata Y.

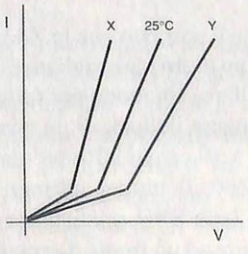


Figura 4

8. Quale dei circuiti di Figura 5 è corretto come configurazione di minima perdita?

A) Quello mostrato in (a).
B) Quello mostrato in (b).

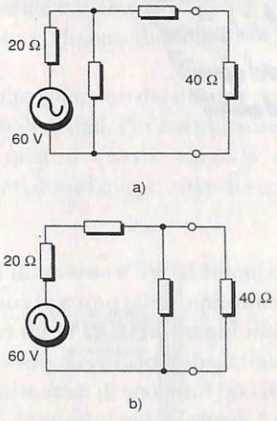


Figura 5

9. Per l'amplificatore operazionale invertente di Figura 6, il valore di R deve essere leggermente maggiore di:

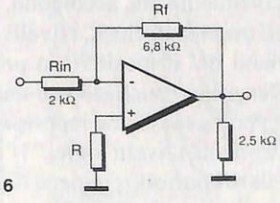


Figura 6

10. Il circuito di Figura 7 è:

A) Inutilizzabile
B) Un amplificatore di tensione invertente.
C) Un convertitore corrente/tensione
D) Un amplificatore derivatore.

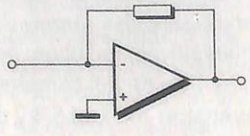


Figura 7

Le risposte a pag. 95

SPECIALE SPECIALE SPECIALE SPECIALE

ANALIZZATORE A LED

Questo analizzatore a striscie di LED è un potente aiuto nella prova di complessi circuiti logici. Si tratta di un equivalente digitale dell'oscilloscopio a canali multipli con funzione di memoria, ma il prezzo è decisamente inferiore!

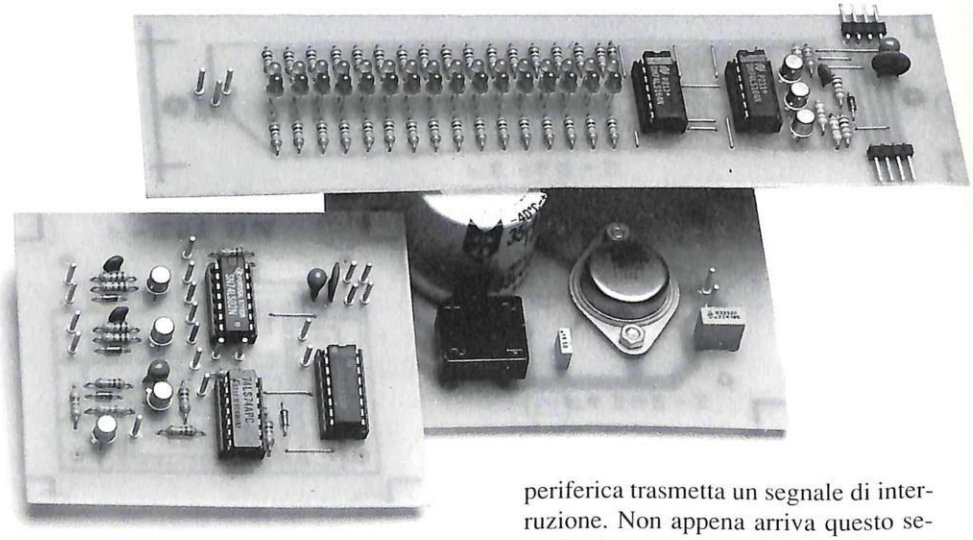
Lo schema elettrico dei diversi elementi del circuito è illustrato in Figura 2, mentre in Figura 1 sono indicati i cablaggi tra le diverse basette che formano il montaggio. Ciascuna sezione del display è composta da una coppia di registri a scorrimento che accolgono, al ritmo degli impulsi di clock, i livelli logici provenienti dal dispositivo in prova. I livelli vengono visualizzati su una riga di LED verdi e rossi, che rappresentano rispettivamente i livelli logici "1" e "0".

La scheda di controllo contiene il circuito di trigger, un contatore per determinare quando i display sono completi ed un semplice interblocco per evitare la ripetizione accidentale dell'avviamento.

Durante l'utilizzo, l'ingresso di clock dell'analizzatore è collegato al clock principale del circuito da analizzare. I segnali d'ingresso della sezione del display vengono ricavati dalle uscite che devono essere visualizzate ed il trigger è collegato ad un punto adatto a determinare l'inizio del campionamento. I commutatori SW1 ed SW2 permettono di avviare e sincronizzare il circuito, mediante un fronte di commutazione ascendente oppure uno discendente, a seconda del loro posizionamento.

Supponiamo, per esempio, di voler usare una CPU Z80 nel modo di interruzione 2. In questo modo, la periferica che chiede l'interruzione deve fornire gli otto bit inferiori di un indirizzo che punti alla sua routine di servizio. Supponiamo di avere il sospetto che lo Z80 stia ricevendo un indirizzo sbagliato e di volerlo controllare. Un modo per farlo sarebbe di collegare il clock di un analizzatore logico a 10 canali all'ingresso di clock dello Z80, il trigger all'ingresso INT negato (con SW1 predisposto in modo da reagire ad un fronte discendente), gli otto canali d'ingresso a D0-D7, un altro canale a IORQ negato ed uno ad M1 negato.

Premere ora il pulsante READY sull'analizzatore e poi fare in modo che la periferica trasmetta un segnale di interruzione. Non appena arriva questo segnale, l'analizzatore inizia a registrare i livelli logici che arrivano sul bus dei dati e sulle due linee di controllo, in corrispondenza ai successivi sedici cicli di clock. Poi si fermerà ed il display rimarrà fisso in modo da poterlo analizzare per tutto il tempo necessario; torneremo comunque in seguito su questo argomento.



Funzionamento del circuito

La sezione di visualizzazione è formata da una coppia di registri a scorrimento da 8 bit: ciascuna delle loro uscite fa accendere un LED rosso se è a livello logico "1", oppure un LED verde se il livello è "0". Poichè l'ingresso viene invertito da Q1, i LED verdi indicano un livello "1" e quelli rossi un livello "0". Q1 permette di pilotare il circuito tanto con livelli TTL quanto con livelli CMOS. Per motivi di semplicità, non abbiamo nemmeno tentato di adattare esattamente i livelli logici: qualunque livello maggiore di circa 1,5 V verrà ritenuto un "1" e qualunque livello minore di questo valore verrà ritenuto uno "0". I transistori Q2 e Q3 rappresentano un carico relativamente ridotto per i circuiti integrati di pilotaggio, perchè permettono di collegare tra loro in catena un numero di schede maggiore di quello che sarebbe possibile se le linee di clock e di cancellazione raggiungessero direttamente gli ingressi di IC1 e di IC2.
Anche sulla scheda di controllo, gli ingressi di trigger e di clock sono compatibili con i livelli CMOS e TTL, grazie rispettivamente a Q4 e Q7. IC3a permette di sincronizzare l'analizzatore in corrispondenza al fronte ascendente o discendente (possibilità di scelta con SW1) del segnale d'ingresso. IC3b ed SW2 svolgono la medesima funzione sull'ingresso di clock. I transistori Q5 e Q6, con i relativi componenti, svolgono una funzione di reset all'accensione: il circuito si accende con tutti i display a "0", IC5 azzerato, nonchè IC4a ed IC4b predisposti ad "1". In questa condizione, il circuito ignorerà l'ingresso di trigger, perchè IC4a è già stato predisposto.
La pressione del pulsante READY azzera IC4a ed anche il resto del circuito, come per un reset all'accensione e fa anche accendere il LED33, per mostrare che l'analizzatore è pronto a funzionare. Una volta azzerato IC4a, un fronte ascendente al suo ingresso di clock (proveniente dal trigger) lo farà cambiare stato. Quando ciò accade, esso viene riportato allo stato predisposto ed ignora qualsiasi ulteriore segnale di trigger fino alla successiva pressione del pulsante READY. A questo punto si spegnerà il LED33, ad indicare che il circuito è stato fatto partire. IC4b riceverà un fronte ascendente tramite IC3c e cambierà stato, abilitando l'ingresso di clock tramite IC3d: tutto questo mette in moto il processo di campionamento. Tutte le schede dei display sono sincronizzate tramite IC3d e raccolgono i dati dalla scheda in prova.
Al quindicesimo impulso di clock, il piedino 15 di IC5 andrà a livello alto, al sedicesimo impulso tornerà a livello basso, inviando contemporaneamente un impulso di sincronismo ad IC4b, tramite IC3c. In questo modo viene interrotto il passaggio degli impulsi di clock, mentre il circuito rimane in questo stato, con sedici serie di campioni visualizzate, fino a quando non venga premuto SW3 per dare inizio ad un nuovo ciclo.

Realizzazione

Per prima cosa dovete scegliere il numero di canali necessari per i dati. Come minimo ce ne vorranno quattro ma, volendo utilizzare l'analizzatore per un lavoro serio su microprocessori ad 8 bit, saranno necessari almeno dieci canali, che permetteranno di ispezionare simultaneamente otto linee di dati o di indirizzamento e almeno due segnali di controllo.
Il circuito stampato del display accoglie due canali di dati. Per costruire un sistema a quattro canali, saranno quindi necessari due di questi circuiti stampati, montati affiancati e collegati tra loro come mostrato in Figura 1. Per aumentare il numero dei canali, è sufficiente collegare tra loro più basette uguali. Potrete anche fotografare più volte il disegno delle piste, unire tra loro i trasparenti così ottenuti ed utilizzarli per produrre un unico circuito stampato con tutti i canali di cui avete bisogno.
Le disposizioni dei componenti sui circuiti stampati sono illustrate in Figura

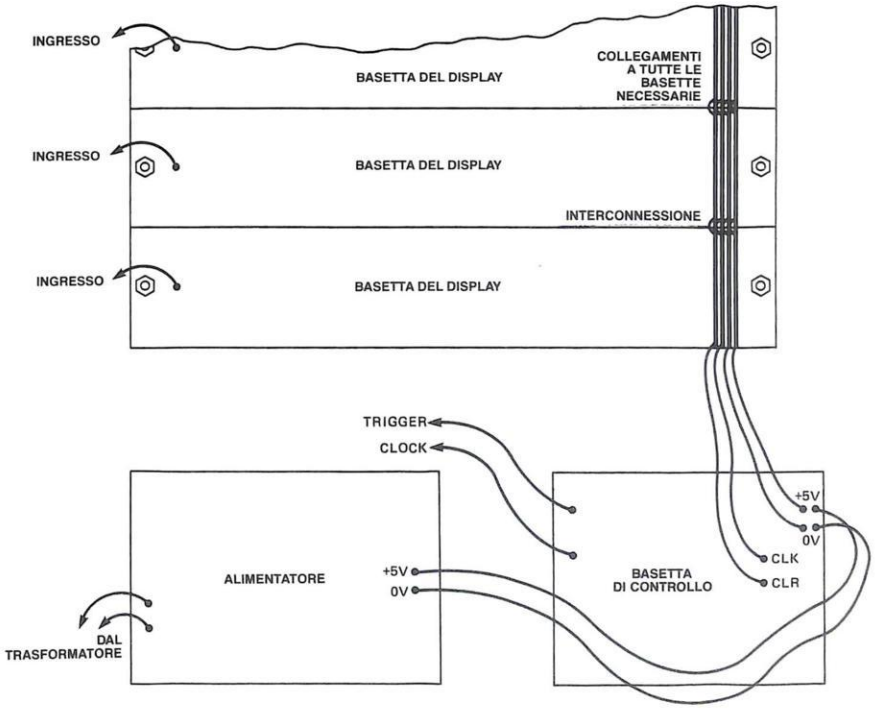


Figura 1. Disposizione delle basette nel contenitore e loro interconnessioni.

PEGNALE
PEGNALE
PEGNALE
PEGNALE

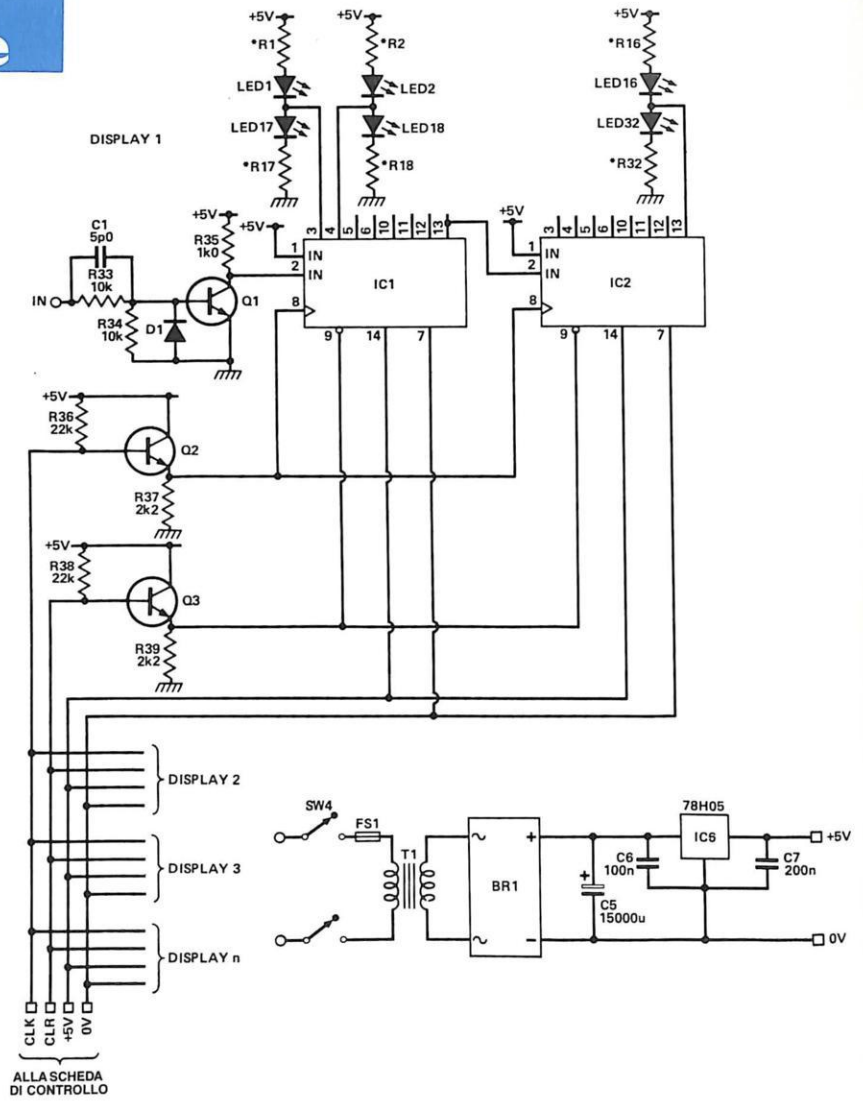


Figura 2. Schema elettrico dell'analizzatore a LED.

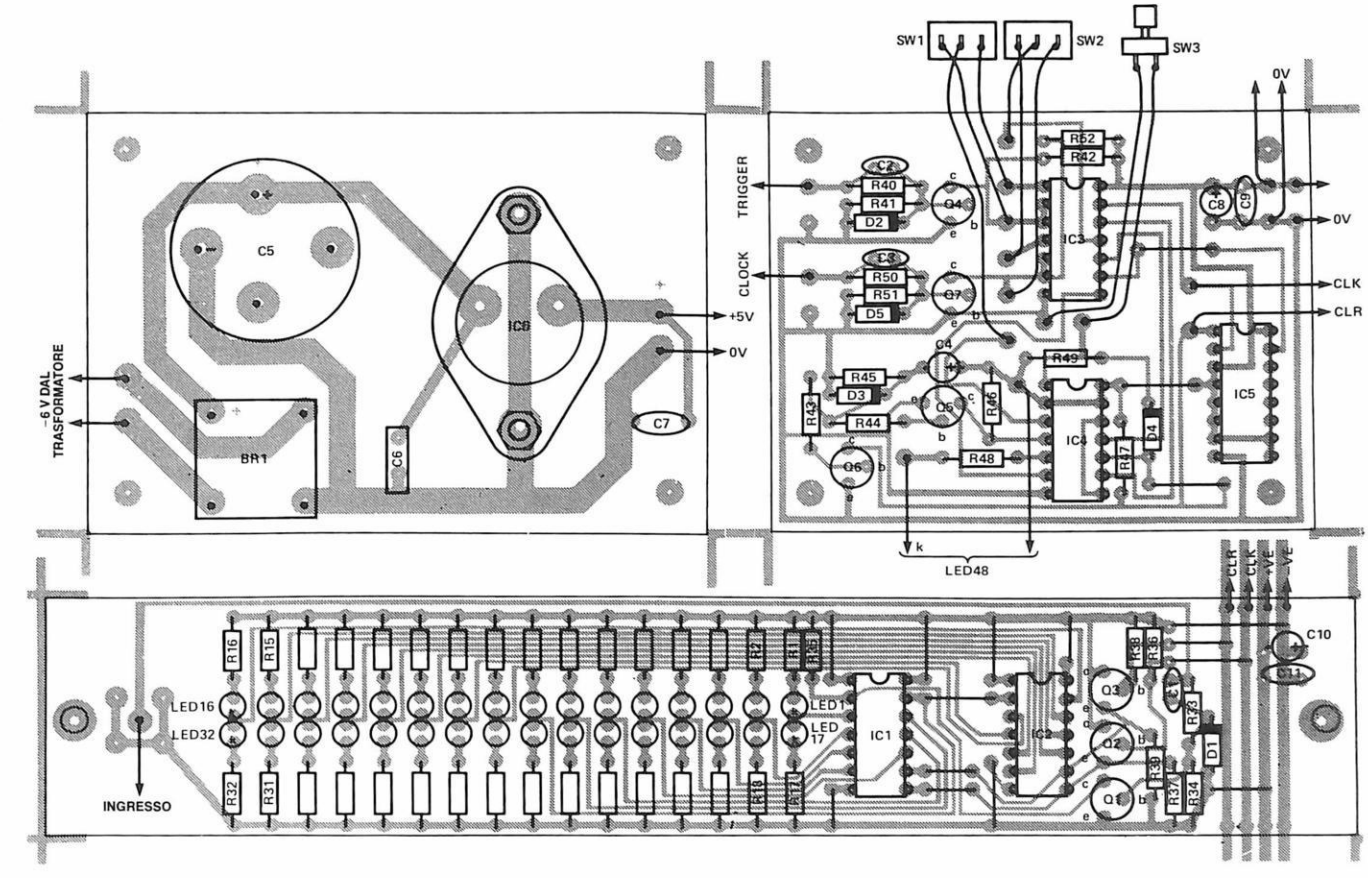
3a, mentre in Figura 3b sono visibili le tracce stampate in scala unitaria. I LED del display sono stati scelti tra i tipi ad alto rendimento ed a bassa corrente, con una buona resa luminosa a 2 mA. Se volete costruire uno strumento con soli quattro canali o poco più, potreste dare la preferenza a LED più economici (nel qual caso dovrete ridurre a 330 Ω il valore dei resistori R1...R32). Invece, per sei o più canali, è consigliabile scegliere LED ad alto rendimento, per evitare di sovraccaricare l'alimentatore.

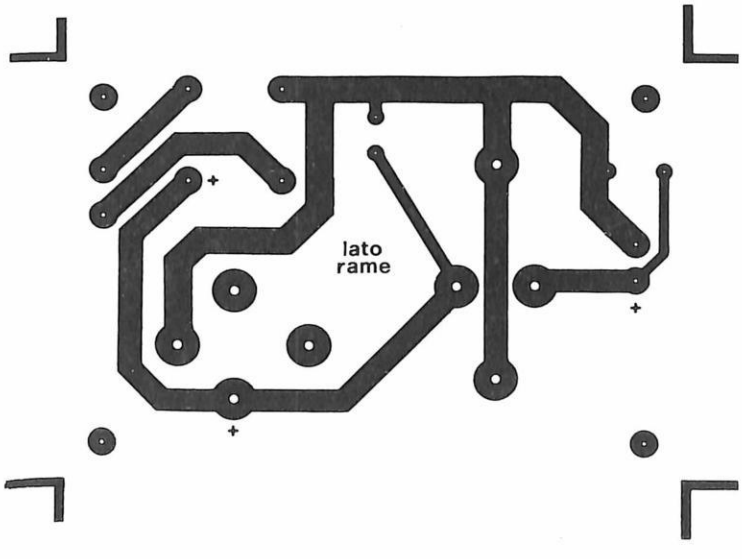
Per economizzare ulteriormente, potranno essere omessi i LED 17-32, con i relativi resistori R17-R32: sarà così disponibile una sola riga di LED per ciascun canale. I livelli logici "0" verranno indicati dai LED spenti nella fila rimasta.

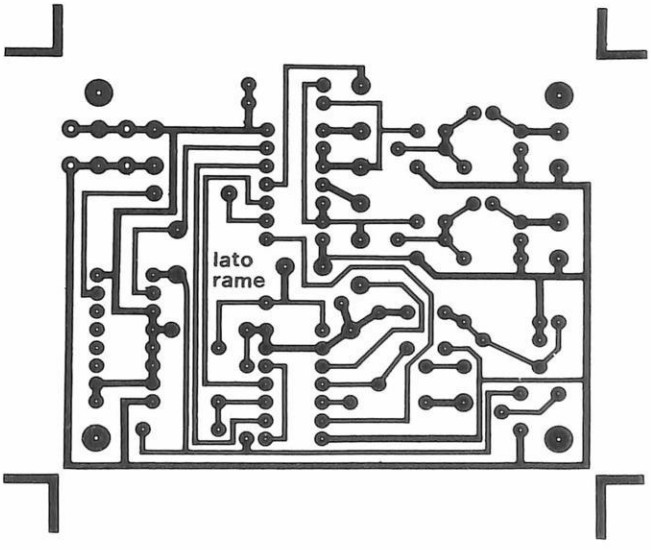
Per gli ingressi dell'analizzatore, si può prevedere una presa separata su ciascuna basetta (sul circuito stampato può essere montata una presa BNC in miniatura, oppure una del tipo a "banana" da 2 mm), ovvero portare tutti gli ingressi

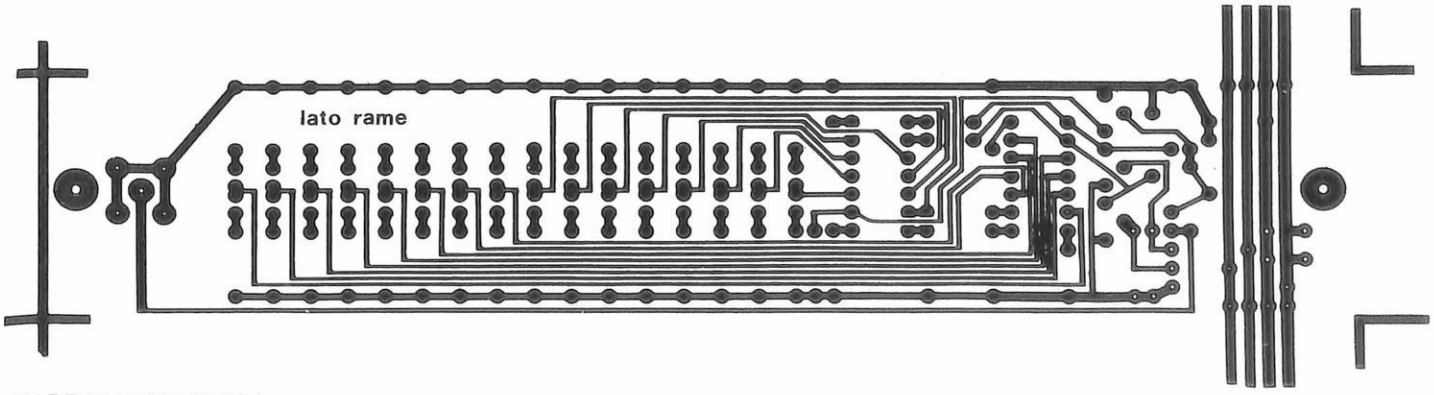
Figura 3a (pagina a lato in alto). Disposizione dei componenti sui circuiti stampati dell'analizzatore a linee di LED. La scheda dell'alimentatore e quella di controllo hanno le stesse dimensioni mentre la scheda di ogni canale del display è più stretta e lunga.

Figura 3b (pagina a lato in basso).Circuiti stampati dell'alimentatore, della basetta di controllo e di una scheda display visti dal lato rame in scala unitaria.


SW1
SW2
SW3
0V
TRIGGER
CLOCK
R52
R42
C2
R40
R41
D2
Q4
C3
R50
R51
D5
Q7
IC3
C8
C9
0V
CLK
CLR
C5
IC6
+5V
0V
-6 V DAL TRASFORMATORE
BR1
C6
C7
R45
D3
R43
R44
Q5
Q6
R46
R48
R49
IC4
R47
D4
IC5
LED48
CLR
CLK
+VE
-VE
C10
C11
R16
R15
R2
R1
R35
R38
R36
LED16
LED32
LED1
LED 17
IC1
IC2
Q3
Q2
Q1
C1
R33
D1
R39
R37
R34
R32
R31
R18
R17
INGRESSO


lato
rame


lato
rame


lato rame

SPECIALE SPECIALE SPECIALE SPECIALE

ad un unico connettore ed effettuare le connessioni di prova mediante uno spezzone di cavo a piattina multipolare. In entrambi i casi, ridurre queste linee di collegamento alla minima lunghezza possibile, dedicando una particolare attenzione alle connessioni di massa.

Come impiegare l'analizzatore

E indispensabile un buon collegamento di massa tra l'analizzatore ed il circuito in prova, soprattutto nei circuiti logici con frequenza di clock uguale o maggiore ad 1 MHz. In questo caso, è necessario tenere corti i collegamenti, scegliere una sezione di filo relativamente grossa (0,2 mm) e fare connessioni stabili ad un adatto punto di massa del circuito in prova.

Il collegamento dei cavetti di prova ai piedini dei circuiti integrati potrà essere effettuato con un apposito connettore a pinza.

Abbiamo già spiegato come l'analizzatore possa essere usato per analizzare il processo di interruzione di uno Z80. In questo chip, un ciclo di accettazione dell'interruzione viene identificato dal fatto che tanto M1 negato, quanto IORQ negato, vanno a livello basso. Dopo che l'analizzatore è stato fatto partire da INT negato ed ha catturato i dati, il passo successivo consiste nell'esplorare le file di LED fino a localizzare dove si trova il LED "0" acceso, sia per M1 negato, sia per IORQ negato.

Se l'analizzatore è stato sincronizzato sul fronte ascendente del clock dello Z80, questo avverrà nel punto 5 di Figura 4, cioè in corrispondenza al fronte ascendente del clock del secondo ciclo di "attesa". La colonna di LED immediatamente successiva (catturata al fronte ascendente di T3), vi darà i bit che lo Z80 accetta come byte inferiore del vettore di interruzione. Se la loro configurazione non è quella attesa, ecco trovato il guasto!

Tenete conto però che la sequenza di accettazione può variare: possono essere inseriti per esempio, mediante hardware, ulteriori stati di "attesa".

Utilizzando l'analizzatore con una logica asincrona, ovvero "controllata dagli eventi", non saranno ovviamente disponibili segnal da collegare al clock dell'analizzatore. In realtà è probabilmente meglio considerare l'ingresso di clock come ingresso del "tempo di campionamento", anche nella logica sincrona. Sempre nel caso dello Z80, un sistema migliore per campionare i dati di interruzione, potrebbe essere l'uso di IORQ negato per sincronizzare l'analizzatore. Ancora una volta, il trigger potrebbe provenire da INT negato ed i dati verrebbero inseriti ogni volta che IORQ negato va a livello alto: potranno quindi essere campionate fino a 16 interruzioni. Naturalmente, occorre accertarsi che lo Z80 non stia eseguendo nel frattempo nessun'altra routine I/O, altrimenti anche queste verrebbero registrate. Lo stesso principio vale per la prova delle logiche asincrone: trovare un segnale che contrassegni l'evento da registrare e poi usarlo per sincronizzare l'analizzatore.

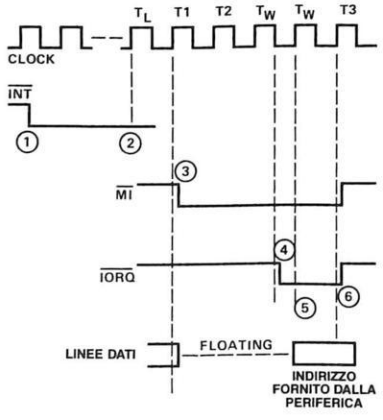


Figura 4. Schema semplificato della temporizzazione per l'esame del modo 2 di interruzione nel microprocessore Z80.
Nota: Al punto 1, la periferica manda a livello basso la linea di interruzione dello Z80. Lo Z80 ignora l'interruzione fino all'ultimo ciclo di clock dell'istruzione in corso (TL) quando, nel punto 2, prova la linea di interruzione e si prepara per un ciclo di accettazione dell'interruzione. Al punto 3, M1 negato va a livello basso (come avviene per il prelievo del codice operativo, che di solito segue il completamento di un'istruzione) e, due periodi e mezzo di clock più tardi (punto 4) IORQ negato va a livello basso, identificando il ciclo come l'accettazione di un'interruzione. Nel punto 6, i bit presenti sulle linee dei dati verranno inseriti nello Z80 ed utilizzati come puntatore per la routine di servizio dell'interruzione. Questo è un punto cruciale per verificare se la periferica invia i dati esatti.

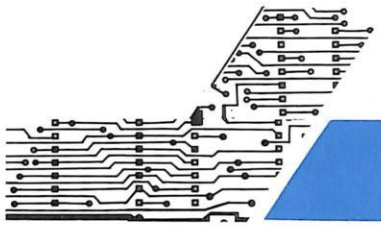
Migliorie

L'analizzatore è stato progettato in modo da essere più semplice possibile, compatibilmente con lo svolgimento delle funzioni per il quale viene utilizzato. Si può però modificare il circuito per migliorarne le prestazioni: ecco alcune idee in proposito. Potrebbe risultare vantaggiosa una migliore funzione di trigger. Torniamo alla Figura 4: si potrebbe far partire il circuito soltanto quando M1 negato e IORQ negato sono a livello basso. Con un ingresso di trigger in più ed una porta logica, questo risultato potrà essere ottenuto senza difficoltà. Una funzione di trigger OR sarebbe un'altra caratteristica, talvolta desiderabile per far partire l'analizzatore quando si verifica uno l'altro dei due eventi. Nel caso di guasti intermittenti, potrebbe risultare utile rilevare l'evento anomalo, per conoscere gli stati logici che portano a questa situazione.

In questo caso, l'analizzatore potrà rilevare i campioni in continuità, utilizzado il trigger per fermare la registrazione, invece che per farla partire. Quando si verifica la condizione di guasto, l'analizzatore "congela" i precedenti 16 stati logici, in modo da fornire un indizio circa la causa del guasto. Un'altra possibilità potrebbe essere quella di inserire un ritardo nella linea di clock. Se si

vogliono registrare i dati, uno alla volta, in un registro, potrebbe risultare vantaggioso sincronizzare l'analizzatore mediante l'ingresso di clock del registro, iniziando però la registrazione quando i dati alle uscite del registro manifestano la tendenza a stabilizzarsi.

© ETI 1987



ELENCO DEI COMPONENTI

Scheda di controllo e alimentatore

Tutti i resistori sono da 1/4 W 5%

R40-41-50-51	resistori da 10 kΩ
R42-45/49-52	resistori da 1 kΩ
R43-44	resistori da 2,2 kΩ
C2-3	cond. ceramici da 4,7 pF
C4-8	cond. elettr. da 10 µF 6 Vl tantalio
C5	cond. elettr. da 15000 µF 16 Vl
C6	cond. in poliestere da 100 nF
C7	cond. in poliestere da 220 nF
C9	cond. ceramico da 100 nF
IC3	circuito integrato 74LS02
IC4	circuito integrato 74LS74
IC5	circuito integrato 74LS161
IC6	circuito integrato 78H05
Q4/7	transistori 2N2369
D2/5	diodi 1N4148
BR1	ponte rettificatore 200 V 6 A

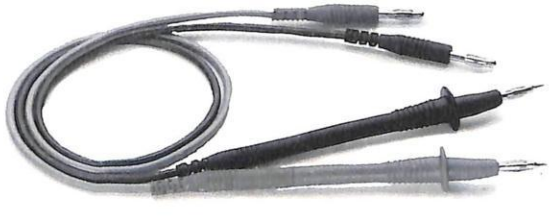
Scheda display

Per ogni canale sarà necessaria una serie dei componenti qui elencati.
Tutti i resistori sono da 1/4 W 5%

R1/32	resistori da 1 kΩ (ved. testo)
R33-34	resistori da 10 kΩ
R35	resistore da 1 kΩ
R36-38	resistori da 22 kΩ
R37-39	resistori da 2,2 kΩ
C1	cond. ceramico da 4,7 pF
C10	cond. elettr. da 10 µF 6 Vl tantalio
C11	cond. ceramico da 100 nF
IC1-2	circuiti integrati 74LS164
Q1/3	transistori 2N2369 oppure 2N2222
LED1-16	diodi LED verdi ad alta efficienza
LED17-32	diodi LED rossi ad alta efficienza
D1	diodo 1N4148
1	trasformatore 6 V 20 VA
1	fusibile con portafusibile
1	interruttore di rete bipolare
1	dissipatore termico per il regolatore
1	contenitore
3 o più	circuiti stampati
1	pulsante
SW1-2	deviatori unipolari

ELDITEST
WEST GERMANY

SONDE PER OSCILLOSCOPIO, CAVETTI, PUNTALI ATTENUATORI , TERMINAZIONI



- CAVI PER TESTER
- PUNTALI VARI
- TERMINAZIONI
- ATTENUATORI PASSANTI
- FILI GOMMA SILICONICA con BANANA, SPINE .....
- CAVETTI COASSIALI con BNC. N. .....
- CONNETTORI BNC. N. .....

SONDE ADOTTATE DAI MAGGIORI COSTRUTTORI: HAMEG, ITT METRIX, GRUNDING...

DOLEATTO
V.S. Quintino, 40 - 10121 TORINO
Tel. 011/511271-543952 - Tlx 221343
Via M. Macchi, 70 - 20124 MILANO
Tel. 02/6693388

CATALOGHI A RICHIESTA

SCHEDA SOUND

di A. Cattaneo

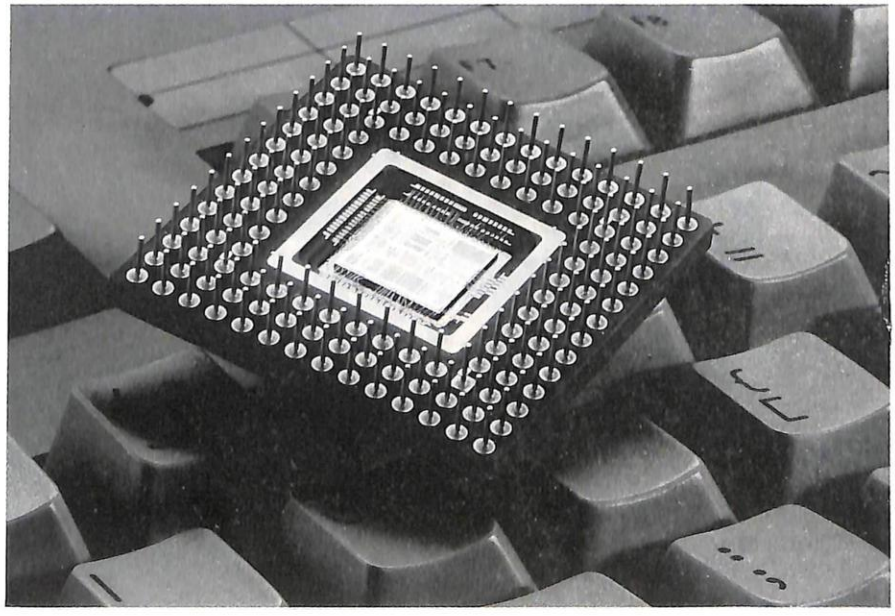
Il numero delle schede di interfaccia per il bus I/O aumenta costantemente. Questa scheda permetterà di trasformare il computer in uno strumento musicale, in un generatore di rumori per il plastico ferroviario oppure in un generatore audio per la drammatizzazione di spettacoli o per produrre effetti speciali in teatro.

Il formato standard per le schede bus I/O non consente molto spreco di spazio, ma vogliamo comunque attenerci a queste dimensioni. E' particolarmente confortante il fatto che quasi tutti i componenti siano disponibili in forma di circuiti integrati. La maggior parte dello schema è concentrata nel circuito integrato SAA1099, del quale forniamo una dettagliata descrizione.

Lo schema interno è illustrato in Figura 1. A sinistra in alto si trova il controllo dell'interfaccia; al centro si osservano due moduli identici, che possono generare rumore stereo. All'estrema destra si trova il miscelatore d'uscita, anch'esso stereo. La parte logica dell'interfaccia permette una buona compatibilità con il computer, che considera il circuito integrato come una memoria di sola scrittura (WOM = Write Only Memory). Il computer invia all'SAA1099 sia byte di indirizzamento che di dati; la distinzione tra i due tipi di indirizzamento avviene perchè il terminale A0 è applicato alla linea di indirizzamento meno significativa del bus I/O. I byte di dati verranno ora scritti negli indirizzi XXX0, i byte di indirizzamento in XXX1. Appena le informazioni arrivano nella memoria dati, vengono inoltrate al registro indirizzato. Volendo riscrivere lo stesso contenuto nel registro, non è necessario continuare ad inserire sempre gli stessi dati nello stesso indirizzo: la ripetizione avviene automaticamente. La Tabella 1 mostra quali sono le funzioni dei singoli bit che formano ciascun registro.

Per la regolazione dei generatori audio, è dapprima necessario impostare l'ottava: allo scopo, ciascun generatore audio viene pilotato con una parola da 3 bit, inserita nel registro agli indirizzi 10...12 esadecimali. La banda di frequenza occupata dalle 8 ottave è data in Tabella 2. La frequenza all'interno di un'ottava si ottiene a partire dalle informazioni contenute nel registro (08-0D esadecimali). La frequenza può essere calcolata con la seguente formula:

$$f_{Ton} = \frac{8000000}{2^{(17 - Ox + (1 - Fx/255))}}$$



I valori Ox ed Fx potranno essere ricavati dalla Tabella 2.

Il contenuto dei registri 14 e 15 esadecimali determina quali segnali devono essere lasciati passare dai miscelatori; le possibilità sono: non passa nulla, passa soltanto un suono, passa soltanto un

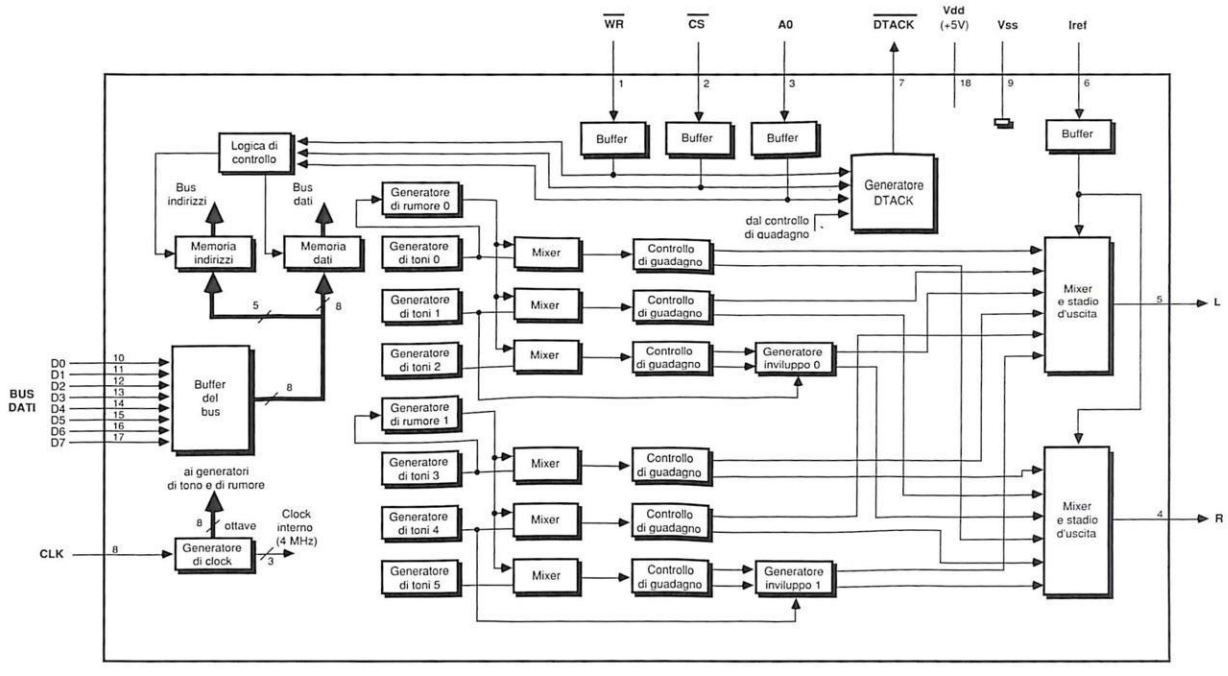


Figura 1. Schema interno dell'SAA1099.

rumore oppure passano entrambi. Il colore del rumore può essere influenzato dai due generatori di rumore, precisamente mediante i dati contenuti nel registro 16 esadecimale. In questi byte, ad ogni generatore di rumore digitale sono riservati due bit, con i quali viene determinata la loro frequenza. Anche i segnali audio vengono prodotti in maniera interamente digitale, con l'aiuto della modulazione a durata d'impulso. Solo nello stadio d'uscita si produce un segnale analogico. Dopo il miscelatore c'è lo stadio di modulazione di ampiezza, dove il segnale viene ripartito tra il canale sinistro ed il canale destro e dove può essere effettuata la regolazione del livello di segnale in ciascun canale. Per questo scopo sono previsti i registri 00-05 esadecimali. I quattro bit più significativi sono per il canale sinistro, i quattro meno significativi per il canale destro.

Si possono infine programmare anche i generatori di curva inviluppo. La Tabella 2 elenca le possibilità e la Figura 2

INDIRIZZO REGISTRO	DATI D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	FUNZIONE
00		AR0				AL0			Ampiezza 0 dest/sin
01		AR1				AL1			Ampiezza 1 dest/sin
02		AR2				AL2			Ampiezza 2 dest/sin
03		AR3				AL3			Ampiezza 3 dest/sin
04		AR4				AL4			Ampiezza 4 dest/sin
05		AR5				AL5			Ampiezza 5 dest/sin
06				00					
07				00					
08				F0					Frequenza 0
09				F1					Frequenza 1
0A				F2					Frequenza 2
0B				F3					Frequenza 3
0C				F4					Frequenza 4
0D				F5					Frequenza 5
0E				00					
0F				00					
10	0	0			0	0			Ottava 1 / Ottava 0
11	0	03			0	02			Ottava 3 / Ottava 2
12	0	05			0	04			Ottava 5 / Ottava 4
13				00					
14	0	0	FE5	FE4	FE3	FE2	FE1	FE0	Abilitazione frequenza
15	0	0	NE5	NE4	NE3	NE2	NE1	NE0	Abilitazione noise
16			N1				N0		Generatore noise 1 / Generatore noise 0
17				00					
18				E0					Generat. inviluppo 0
19				E1					Generat. inviluppo 1
1A				00					
1B				00					
1C	0	0	0	0	0	0	0	SE	Abilitazione suono
1D				00					
1E				00					
1F				00					

Tabella 1. Funzione dei diversi registri.

mostra tutte le forme possibili. Se il generatore delle curve di inviluppo è attivo, l'ampiezza della relativa modulazione viene arrotondata al valore pari immediatamente inferiore, cioè il bit meno significativo viene sempre considerato "0".

Volendo ripetere una cuva di determinata forma, si riscriveranno ancora una volta i dati in E0 oppure in E1. Il generatore di curva inviluppo può essere anche utilizzato come generatore di suoni perchè, escludendo tanto il relativo generatore di suoni quanto il generatore di rumore, la forma del segnale d'uscita corrisponde a quella della curva inviluppo. In questo modo, si possono ottenere frequenze fino ad 1 kHz. Curve inviluppo a frequenza maggiore si avrebbero soltanto se la risoluzione venisse diminuita da 4 a 3 bit (bit 5 del byte E0 oppure E1). La frequenza della curva inviluppo verrà determinata dal generatore audio 1 (oppure 4), ovvero dal computer che controlla il generatore di curve inviluppo. La durata del periodo della curva inviluppo si ottiene dividendo 8 per la frequenza di clock nel caso di 4 bit, oppure 4 per la frequenza di clock per 3 bit.

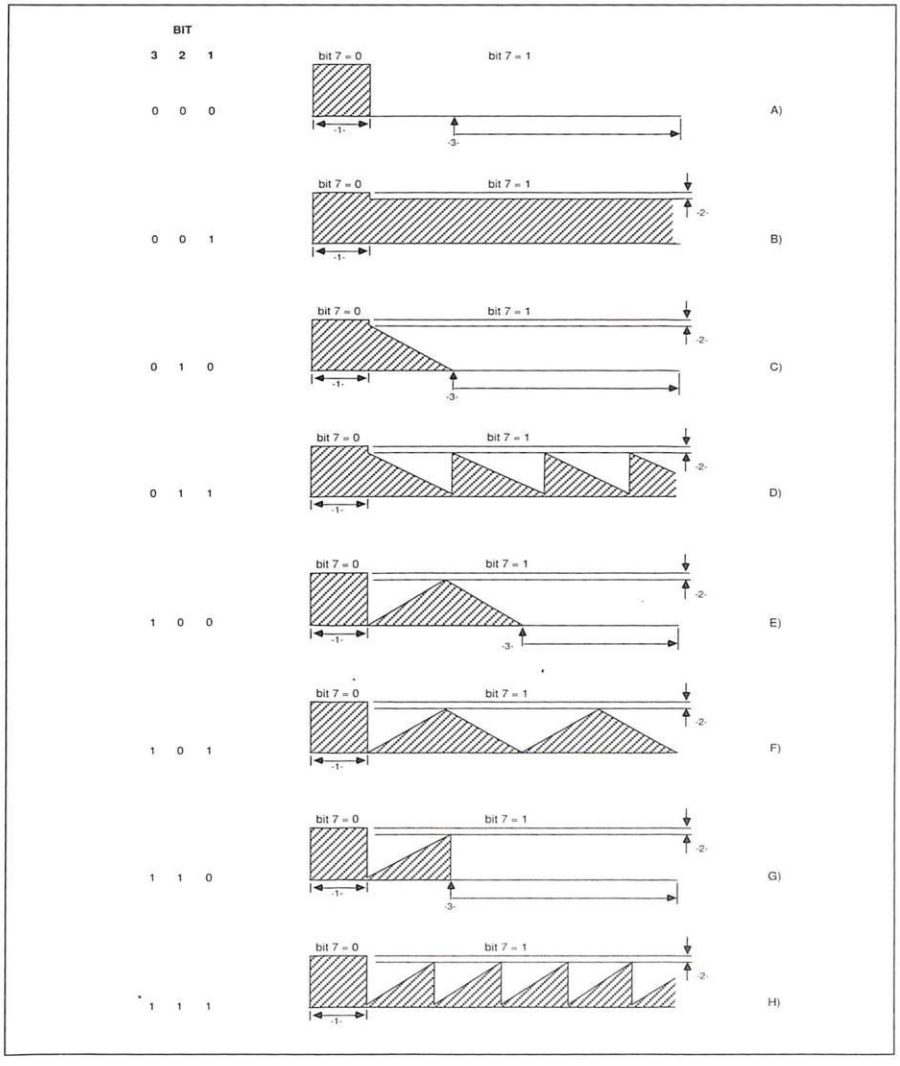
Con il bit SE (Sound Enable), i generatori audio potranno essere attivati e disattivati a piacere, cosa molto comoda per chi voglia fare esperimenti.

Lo schema di Figura 3 non è molto complesso, grazie alle buone caratteristiche dell'SAA1099. Solo il segnale WR negato non si trova sul bus e deve essere ricavato dai segnali R/W negato e FI2, con l'aiuto delle porte logiche N1 ed N2. Il segnale di selezione del chip dell'SAA1099 è direttamente collegato con il segnale di selezione della slot sul bus I/O. Per la produzione della frequenza di clock, il circuito contiene un oscillatore quarzato, la cui uscita è bufferizzata da N3. Il segnale d'uscita dell'SAA1099 è un segnale modulato a durata d'impulso, che viene convertito in un segnale analogico mediante i filtri formati da R4-R7 e da C3-C8. Anche l'amplificatore finale è un circuito integrato, che può fornire ad ognuno degli altoparlanti una potenza di circa 200 mW. Il generatore di suoni riceve l'alimentazione dal computer. Se il disaccoppiamento dell'alimentatore del computer

ARx,ALx	4 bit per la regolazione di ampiezza del generatore x, rispettivamente per i canali sinistro e destro
Fx	8 bit per la regolazione della frequenza del generatore x, in una data ottava
Ox	3 bit per la regolazione delle ottave del generatore x 000 Ottava più bassa 30-60 Hz 001 50-122 Hz 010 122-244 Hz 011 244-488 Hz 100 489-977 Hz 101 978-1950 Hz 110 1,95-3,9 kHz 111 Ottava più alta 3,91-7,81 kHz
FEx	1 bit FEx = "0" significa: generatore x escluso 1 bit FEx = "1" significa: generatore x attivo
NEx	1 bit NEx = "0" significa: nessun rumore perviene al miscelatore x 1 bit NEx = "1" significa: un rumore perviene al miscelatore x
N1, N2	2 bit per la determinazione del colore di rumore (frequenza di clock) 00 31,3 kHz 01 15,6 kHz 10 7,6 kHz 11 dal generatore 0 o dal generatore 3
E0, E1	8 bit per la determinazione della curva inviluppo bit 0 = "0": curve inviluppo destra e sinistra uguali bit 0 = "1": curve inviluppo sinistre invertite rispetto alle destre bit 1, 2, 3 000: ampiezza = 0 (Figura 2a) 001: ampiezza massima (Figura 2b) 010: smorzamento semplice (Figura 2c) 011: smorzamento ripetuto (Figura 2d) 100: triangolare semplice (Figura 2e) 101: triangolare ripetitiva (Figura 2f) 110: attacco semplice (Figura 2g) 111: attacco ripetitivo (Figura 2h) bit 4 = "0": la forma della curva inviluppo è determinata da una parola da 4 bit bit 4 = "1": la forma della curva inviluppo è determinata da una parola da 3 bit bit 5 = "0": il generatore delle curve inviluppo viene sincronizzato dal generatore 1 o dal generatore 4 bit 5 = "1": il generatore delle curve inviluppo viene sincronizzato da un impulso di scrittura (WS), A0 deve essere "1" bit 6 = deve sempre essere "0" bit 7 = "0": generatore di curva inviluppo disattivato bit 7 = "1": generatore di curva inviluppo attivato
SE	"0" = tutti i canali esclusi "1" = tutti i canali attivi

Tabella 2. Significato delle istruzioni di pilotaggio.

Figura 2. Possibili forme dei segnali del generatore delle curve di inviluppo.



non fosse ottimale, il circuito potrebbe essere eventualmente munito di un proprio alimentatore. In questo caso, dovranno essere interrotti i collegamenti 1 e 2 sul lato posteriore del connettore.
Per fare esperimenti, nonchè per pilotare il generatore di suoni, è necessario un buon programma che sarà bene creare in modo che il contenuto dei registri possa adattarsi facilmente alle diverse situazioni, per esempio mediante righe o campi DATA. Inizialmente, potrete scriverlo con l'aiuto del diagramma di Figura 5. Il programma inizia con l'assegnazione del nome alle variabili del campo "Registri". In questo campo, il computer deposita tutte le informazioni riguardanti i dati del registro del generatore di suoni. Segue poi un ciclo nell'inizializzazione dell'SAA1099, durante il quale vengono scritti zeri in tutti i registri. Contemporaneamente anche il campo "Registri" viene riempito con zeri. Segue un secondo ciclo, senza fine. Inizialmente, il contenuto dei registri viene visualizzato sullo schermo del computer e così si può sapere come è predisposto il generatore di suoni. Viene poi richiesto il contenuto degli indirizzi dei registri ed i dati che vi devono essere inseriti. Il programma elabora ora il campo "Registri" ed il registro indirizzato, saltando infine all'inizio del ciclo. Se deve essere imitato, ad esempio, il rumore di una locomotiva a vapore, AR2 ed AL2 vengono predisposti ad un valore qualsiasi, purchè maggiore di 1. NE2 deve essere 1, N0 zero ed E0 4. I bit non nominati sono tutti a "0", eccettuato naturalmente il bit Sound Enable, che deve essere a livello "1".
E' anche facile programmare un campanello : volume (AR2/AL2) a piacere; F2

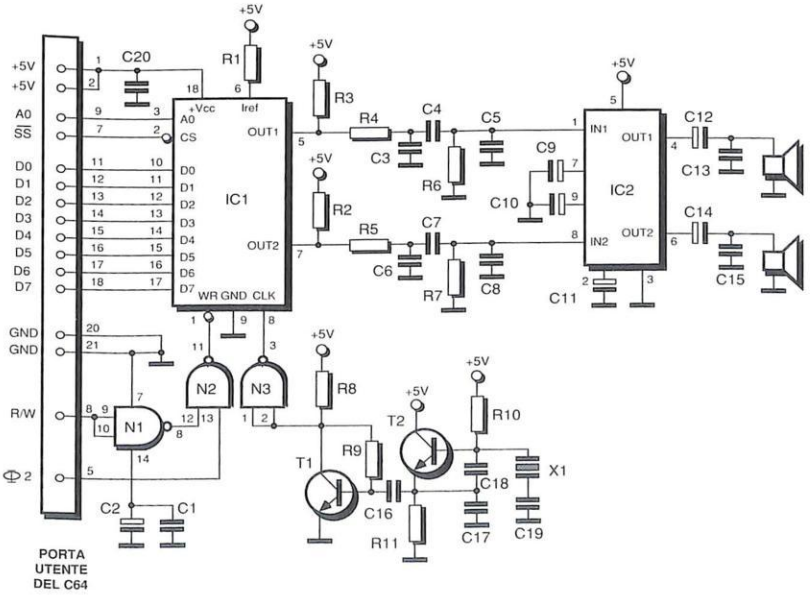


Figura 3. Schema elettrico del generatore di suoni. Si consiglia di adottare un alimentatore esterno per non sovraccaricare quello del computer.

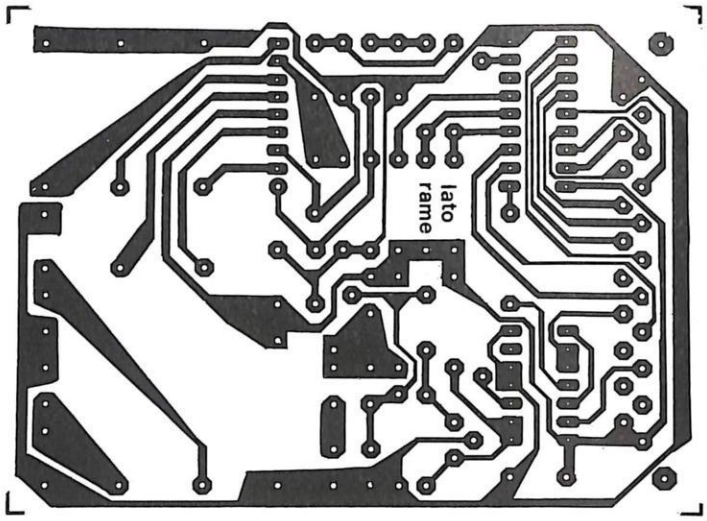


Figura 4. Piste del circuito stampato viste dal lato rame in scala naturale.

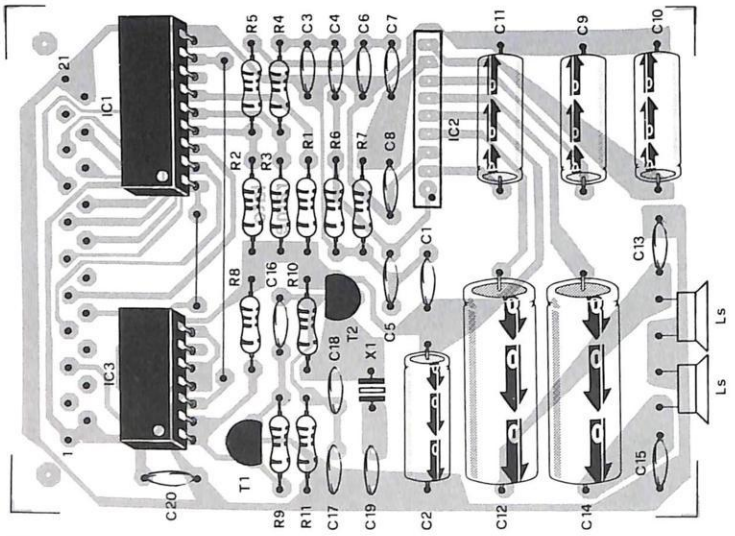


Figura 5. Disposizione dei componenti sulla basetta stampata.

= FF esadecimale; 02 a 7; FE1 ed FE2 sono a livello "1"; E0 è 4 ed infine SE è ancora al livello "1". Anche in questo caso, tutti i bit non nominati sono a livello "0".

Il circuito ben si adatta a funzionare col C64, ma può anche essere pilotato da qualsiasi altro computer adattando il bus. Se i segnali READ e WRITE si presentano separati, il solo WRITE dovrà essere collegato al piedino 1 di IC1 mentre il READ andrà lasciato libero.

```
Inizio
REM inizializzazione
Registro DIM (31)
FOR N = 0 TO 31
    POKE memoria degli indirizzi, N
    POKE memoria dei dati, 0
    Registro (N): = 0
NEXT N
    REM fine inizializzazione
    REM inizio esperimento
Ciclo
    Cancellare lo schermo
    REM stampa contenuto dei registri
    FOR N = 0 TO 31
        PRINT N; registro (N)
    NEXT N
    INPUT "Indirizzo", indirizzo
    INPUT "Dati", dati
    Registro (indirizzo): = Dati
    POKE memoria indirizzi, indirizzo
    POKE memoria dati, dati
Ripete il ciclo
```

Figura 6. Diagramma di flusso per un programma di pilotaggio.

Caratteristiche tecniche

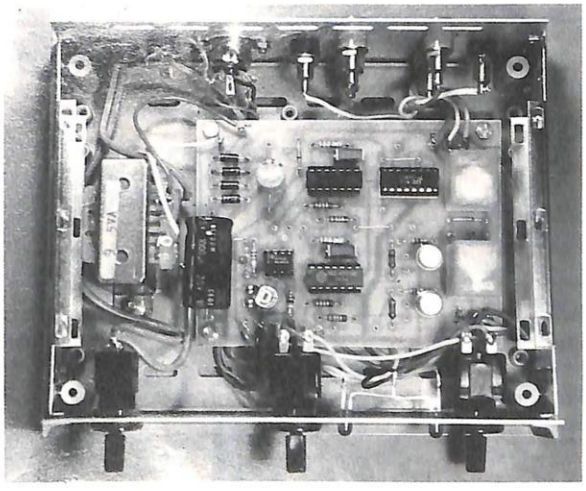
* 6 generatori di suoni
* 8 ottave, suddivse in 2048 note
* 2 generatori di rumore
* 6 miscelatori rumore/suono
* 6 regolatori di ampiezza, stereo
* 2 generatori di curva inviluppo, stereo
* Miscelatore d'uscita a 6 canali, stereo
* Amplificatore finale da 200 mW

ELENCO DEI COMPONENTI

R1	**resistore da 10 kΩ**
R2/5-8-11	**resistori da 1 kΩ**
R6-7-10	**resistori da 47 kΩ**
R9	**resistore da 18 kΩ**
C1-4-7-20	**cond. poliestere da 100 nF**
C2-9/11	**cond. elettr. da 100 µF 6 Vl**
C3-6	**cond. poliestere da 10 nF**
C5-8-16	**cond. ceramici da 1 nF**
C12-14	**cond. elettr. da 470 µF 6 Vl**
C13-15	**cond. poliestere da 150 nF**
C17-18	**cond. ceramici da 470 pF**
C19	**cond. ceramico da 33 pF**
T1-2	**transistori BF494**
IC1	**circuito integrato SAA1099 (Philips)**
IC2	**circuito integrato U2432B (Telefunken)**
IC3	**circuito integrato 74HCT00**
X1	**quarzo da 8 MHz**
K1	**connettore da 21 poli**
2	**altoparlanti da 8 Ω 0,25 W**
1	**circuito stampato**

INTERFACCIA OPTO-TV

di F. Pipitone



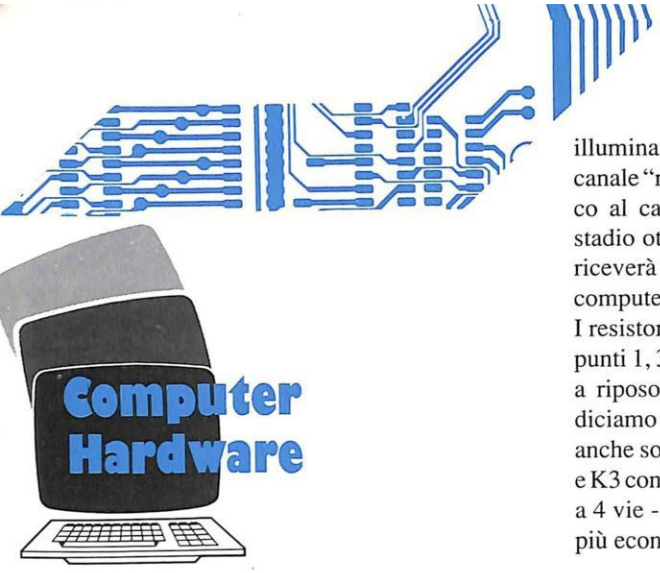
Se volete che il vostro computer, oltre a svolgere i propri compiti di calcolo e di eleborazione dati, comandi il funzionamento di un apparrecchio a 220 V, questa realizzazione è ciò che fa per voi. Il suo prezzo è di molto inferiore a quello di un'interfaccia commerciale e le prestazioni più o meno le stesse. Invece di collegarsi al bus del computer, come tutte le normali interfacce, la nostra si attacca sullo schermo del televisore con una ventosa per cui, essendo questo procedimento opto-elettronico possibile per computer di qualsiasi marca, tipo o linguaggio, restano esclusi soltanto i computer portatili con schermo a cristalli liquidi.La realizzazione è semplice e il funzionamento assicurato.

Principio di funzionamento

Il blocco ottico, fissato in un angolino dello schermo, comprende due piccole cellule CDS montate in ponte divisore. Se le due cellule vedono del buio la tensione media è la metà della tensione che le alimenta, viceversa se una di esse riceve più luce, per esempio un carattere chiaro su fondo scuro, questa tensione media varia considerevolmente e ciò fa scattare un relè, i cui contatti comandano l'apparecchio da controllare. In pratica, si sceglierà un angolino dello schermo non interessato alle normali operazioni di calcolo, per far comparire il nostro spot ben posizionato dal programma tramite la funzione BASIC prevista (AT, PLOT, HTAB, VTAB, LOCATE, etc.). Il nostro modello propone quindi due opzioni, a corrente continua o a corrente alternata: in corrente continua bisogna che lo spot resti illuminato; in alternata si sfrutta il principio dell'oscillatore bistabile, cioè uno spot anche breve attiva il dispositivo ed un secondo più tardi avviene lo spegnimento. Grazie a questa opzione, le cancellazioni di pagina dello schermo (CLS o HOME) restano senza effetti. In realtà questo comando ottico, che ben si adatta dal C64 all'IBMPC (senza alcuna modifica), non è il solo di cui il nostro apparecchio dispone: vi è possibilità di avere un secondo canale, totalmente indipendente dal primo che può interessare anche la maggior parte dei computer con schermo LCD. Se il vostro computer possiede la funzione STORE o la funzione MOTOR, e ha una presa di uscita per mettere in funzione il registratore, si potrà sfruttare il relè interno tramite i comandi SAVE, LOAD, STORE, RECALL..., etc.. Per cui, anche se il relè serve per avviare e fermare automaticamente il registratore, basta comandarlo da software perchè esso si attivi e si disattivi con intervalli a piacere. Il montaggio prevede quindi due invertitori denominati "schermo" per il canale ottico e "remote" per il canale registratore. Ciascuno di questi due comandi ha la possibilità di funzionare in corrente continua o alternata. Ripetiamo inoltre che questi due canali sono totalmente indipendenti l'uno dall'altro e che ognuno di essi possiede il suo proprio relè di uscita, per cui potrete formare automaticamente un numero di telefono con un canale, mentre controllate il tempo di cottura dell'uovo sodo con l'altro canale.

Schema elettrico

Il circuito elettrico di Figura 1, mostra che tutti i componenti sono classici e ben noti: 741, 4001, 4027. Le due fotocellule sono addirittura gloriose ORP60. La sola regolazione da effettuare va fatta su un potenziometro; sarà molto grossolano (a mezza corsa) se siete in lettere chiare su fondo scuro, sarà assai fine invece per lettere nere su fondo bianco. Per i relè andrà bene qualsiasi modello con bobina da 300 Ω circa. L'alimentazione proviene da un alimentatore da rete in grado di fornire una tensione di 13 Vcc per i relè e una tensione di 12 Vcc per il circuito elettrico. Da notare che questa tensione stabilizzata ai capi di C2 non viene derivata dalla tensione di 13 Vcc ai capi di C1 tramite la classica resistenza di caduta, ma per mezzo del



illumina solo in posizione di lavoro. Il canale "remote" è rigorosamente identico al canale "schermo", ma senza lo stadio ottico. Il suo ingresso (punto D) riceverà +10 V quando il relè interno del computer viene chiuso.
I resistori R3, R4, R5, R6 assicurano ai punti 1, 3, 10, 12 un livello logico basso a riposo: il loro valore non è critico, diciamo fra 10 kΩ e 100 kΩ. Potete anche sostituire gli invertitori doppi K2 e K3 con un unico commutatore rotativo a 4 vie - 3 posizioni (meno pratico, ma più economico).

evitare un cablaggio tipo "piatto di spaghetti", abbiamo previsto che tutti i conduttori che verranno saldati agli invertitori K2 e K3, saranno saldati dal lato rame. Consigliamo l'uso di ancoraggi a C.S. anche per l'ingresso a 9 V alternati (dal secondario di T1) il raccordo del blocco ottico (punti V, E e M) e i contatti del relè (C, R, T). Ricordarsi di montare i tre ponticelli di cui uno parzialmente nascosto dal condensatore elettrolitico C1. I quattro integrati hanno lo stesso orientamento per evitare qualsiasi tipo di errore. Abbiamo montato i

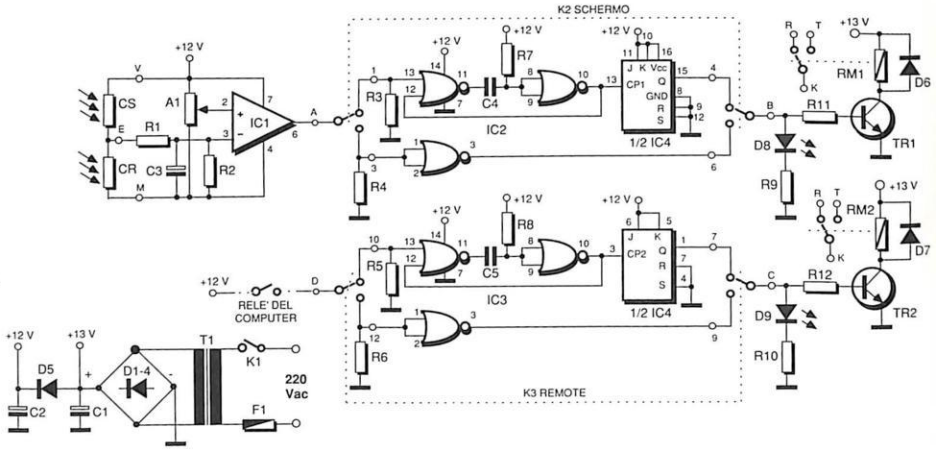


Figura 1 :Schema elettrico dell'interfaccia OPTO-TV.

diodo D5. Abbiamo chiamato CR la cellula di riferimento e CS la cellula segnale che riceve lo spot luminoso. Oltre alla luce esse captano anche dei campi elettrici abbastanza forti visto che sono situate vicino allo schermo; ecco la ragione per cui abbiamo inserito il filtro ad alta impedenza formato da R1, R2 e C3. IC1 riceve sia questa tensione continua variabile, sia la tensione di riferimento fornita dal potenziometro A1. Se CS è più illuminata di CR, la sua resistenza sarà più debole, la tensione al punto E in questo caso aumenta fino a diventare superiore a quella fissata dal cursore di A1. Quindi l'uscita di IC1 (punto A) passa da 2 a 10 V circa e va a pilotare le porte logiche inserite in IC2 che formano un classico monostabile il quale svolge due funzioni: sopprimere eventuali rimbalzi presenti all'uscita di IC1 e fornire al multivibratore JK che lo segue dei segnali di comando a fianchi molto ripidi. Tale multivibratore bistabile è uno dei due contenuti in IC4; la sua uscita cambia alternativamente stato (10 e 0 V) ad ogni fronte di salita fornito dal monostabile. La commutazione "alternata-continua" è realizzata con l'invertitore doppio K2 i cui comuni corrispondono ai punti A e B. La porta NOR rinforza l'effetto di trigger del 741. Lo stadio relè è banale, con transistor, LED spia e diodo di sicurezza: in pratica si può scegliere fra i contatti di lavoro e di riposo anche se il LED si

Realizzazione pratica

Il tracciato rame del circuito stampato riportato in Figura 2, non è molto complicato, anche se poi vi dovranno essere saldati parecchi conduttori. Quindi per

due LED sul pannello anteriore, ma la loro sistemazione è prevista accanto a TR1 e TR2. I relè utilizzati sono degli SR4 1RT: nel caso usaste modelli di altro tipo modificate il tracciato rame prima che esso venga stampato. Se il

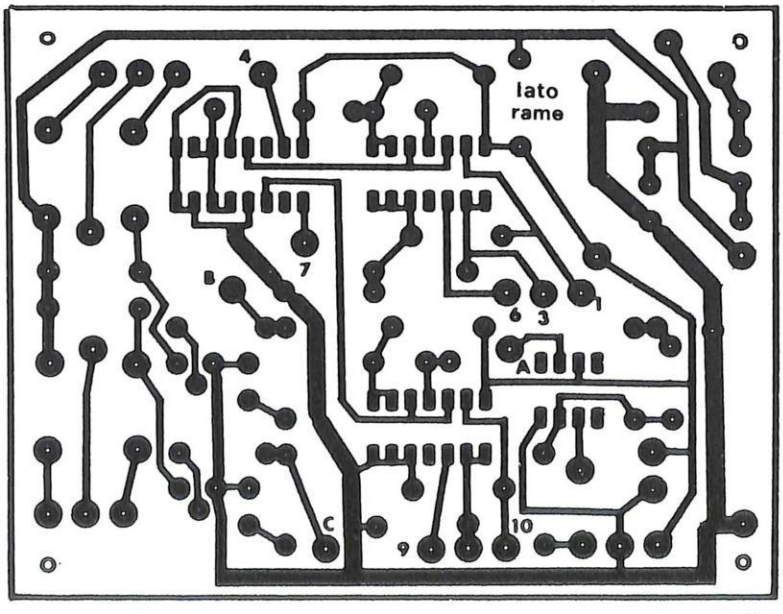


Figura 2 : Circuito stampato del montaggio visto in scala naturale.

canale "remote" non vi interessa, non montate i relativi componenti, però riproducete pure il circuito sulla piastra in quanto potrebbe essere utilizzato per future applicazioni magari con un secondo canale schermo dotato di un piccolo modulo, formato francobollo, che supporta un 741 e ciò che lo segue.

Contenitore

Il contenitore da noi utilizzato è un Retex Erbox RE2, con i pannelli anteriore e posteriore in alluminio anodizzato e due semigusci. Cominciate praticando i fori e sistemando le diciture sulle due facciate di alluminio per mezzo di "letraset". Il trasformatore e la basetta saranno fissati sulla base, quindi sarà la volta dei componenti fissati ai pannelli di alluminio anteriore e posteriore.
Per il cablaggio dei controlli e delle prese, fare riferimento alle sigle degli ancoraggi riportate in Figura 3.
Per la funzione "remote", abbiamo utilizzato uno spinotto jack isolato, perchè più facile da montare. Una delle sue estremità sarà collegata al terminale dello spinotto DIN che riceve il filo "V" (+ 10 V), l'altro estremo va al terminale D dell'invertitore K3.

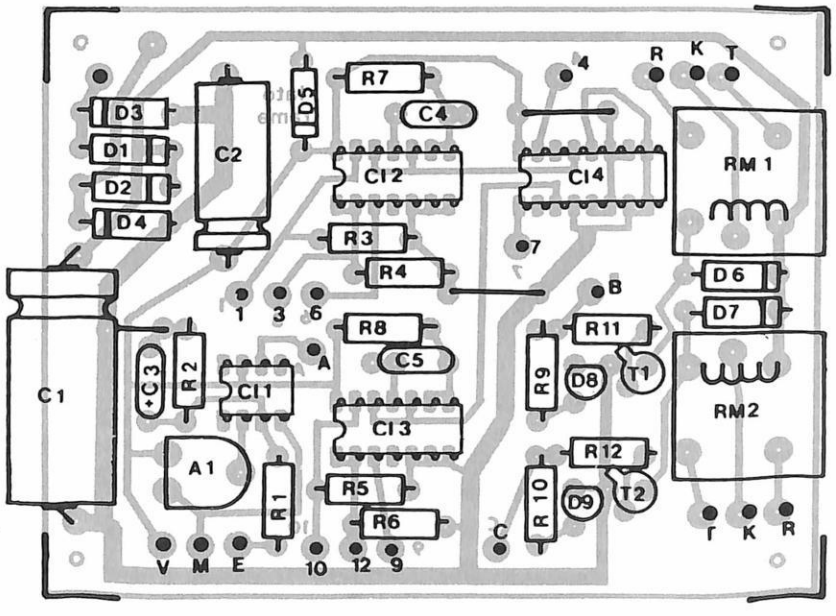


Figura 3 : Disposizione dei componenti.

Cablare infine l'alimentazione 220 V al trasformatore tramite l'interruttore K1.
Solamente adesso potete fissare il circuito alla base del contenitore per mezzo di distanziatori da 10 mm.

Il blocco ottico

Numerose soluzioni sono possibili; quella che vi proponiamo è riportata in Figura 4 e consiste in un pezzetto di legno di 30x20x15 mm, con due fori da 5 mm distanti all'incirca 10 mm l'uno dall'altro. Le due cellule ORP 60 verranno alloggiate entro i due fori suddetti e le loro flange andranno in battuta contro la superficie in legno.

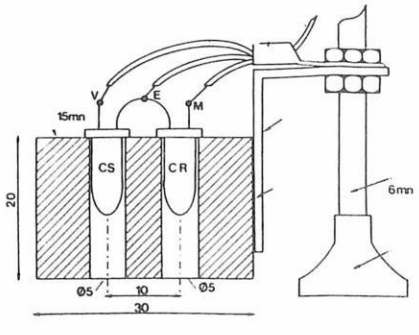


Figura 4 : Struttura del blocco ottico da applicare sullo schermo del televisore.

Annerire la base attorno ai fili con dell'inchiostro per evitare infiltrazioni di luce parassita dalla parte posteriore, la ventosa sarà ricavata da una freccetta per tiro a segno o da qualcosa di simile. Due dadi e due rondelle permetteranno la regolazione in altezza del blocco rispetto alla ventosa: un terminale bloccherà i tre conduttori di collegamento rendendoli antitrazione.

Regolazione

L'unica regolazione è quella relativa al potenziometro A1, lasciato fino ad ora a metà corsa.
Con le regolazioni di luminosità e contrasto circa metà corsa, battete alcuni "8" mantenendo l'invertitore K2 in posizione "continua".
Se applicate la sonda in zona nera, il LED spia D8 deve illuminarsi; portate ora la cellula CS in corrispondenza degli "8" e il LED suddetto deve spegnersi. Ritornando in una zona buia, il LED dovrà riaccendersi.
Se il relè balbetta, ritoccate finemente A1.

ELENCO DEI COMPONENTI

Tutti i resistori sono da 1/4 di W 5%

R1	: resistore da 1 MΩ
R2-5-12	: resistori da 100 kΩ
R3-9-11	: resistori da 10 kΩ
R4	: resistore da 1,5 kΩ
R6	: resistore da 4,7 MΩ
R7	: resistore da 4,7 kΩ
R8	: resistore da 6,8 kΩ
R10	: resistore da 1 kΩ
A1	: trimmer da 100 kΩ
C1	: cond. elettr. da 1000 µF 25 Vl
C2	: cond. elettr. da 470 µF 25 Vl
C3	: cond. elettr. da 47 nF 16 Vl
C4-5	: cond. poliestere da 100 nF
D1/4	: diodi 1N4002
D5	: diodo 1N4007
TR1	: BC547 oppure 2N1711
TR2	: BC547 oppure 2N1711
D6-7	: diodi 1N4005
D8-9	: diodi LED da 5 mm rossi
CS-CR	: fotocellule ORP60
IC1	: 741
IC2-3	: CD4001
IC4	: CD4027
RM1-2	: relè da 12 V - 300 Ω
T1	: trasformatore p: 220 V sec: 12 V
1	circuito stampato
1	: contenitore
-	: minuteria

LABORATO

MATEMATICA • CHIMICA • FISICA • TECNICA COMMERCIALE • MEC

SOFTWARE DIDATTICO PER L

F.P. Tramontano
ALGEBRA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD292I
C64 Cod. 292DCM
M20 Cod. 292DOL
pp. 120 • L. 50.000

Un eserciziario guidato e praticamente illimitato sul quale lo studente può imparare, corretto continuamente dal calcolatore. Un supporto indispensabile anche per l'insegnante che può a sua volta preparare esercizi personalizzati per lo studente, seguendo in tal modo, a livello praticamente individuale, tutta la classe.

E. Rapella
ELEMENTI DI BASE DI PROBABILITÀ E STATISTICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD579I
C64 Cod. 579DCM
pp. 144 • L. 50.000

Associati ai problemi che vengono proposti e risolti, vengono presentati alcuni programmi che realizzano simulazioni, il cui scopo è quello di verificare la validità delle conclusioni teoriche raggiunte.
La seconda sezione del libro è dedicata alla statistica, trattata in modo da non richiedere all'utente conoscenze matematiche troppo avanzate.

M. Rosa-Clot
LA FISICA CON IL COMPUTER: LA DINAMICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD225I
C64 Cod. 225DCM
APPLE Cod. 550A
pp. 270 • L. 50.000

Il calcolatore è usato per effettuare in modo interattivo una serie molto ricca di simulazioni. Per ogni esercizio sono proposte 5-6 simulazioni ed è possibile costruirne ulteriori per esplorare aspetti particolari del problema. Lo studente si trova così di fronte alla discussione di problemi di meccanica realisti ed a una loro rappresentazione estremamente ricca che permette di percepire e visualizzare in modo immediato gli aspetti fisici del sistema in esame.

E. Boni / S. Schacherl
FISICA ATOMICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD300I
C64 Cod. 300DCM
APPLE Cod. 300DAP
pp. 168 • L. 50.000

Il testo è contraddistinto da due fasi specifiche: in una viene illustrata la legge fisica attraverso l'analisi teorica ed una simulazione pratica, nell'altra vengono presentati alcuni tra gli esperimenti storici più importanti che hanno portato alla costruzione del moderno modello di atomo.

B. Rinaldi / F.P. Tramontano
ANALISI
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD293I
C64 Cod. 293DCM
M20 Cod. 293DOL
pp. 224 • L. 50.000

Tutto quanto concerne lo studio di una funzione e la sua rappresentazione, diventa immediatamente più semplice ed intuitivo, se visto e rappresentato sullo schermo del monitor. Si fornisce in tal modo allo studente, oltre ad un utile strumento di indagine dei principali enti dell'analisi matematica, un ricco eserciziario.

F. De Michele / M. Rosa Clot
PROBABILITÀ STATISTICA E TERMODINAMICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD291I
C64 Cod. 291DCM
APPLE Cod. 291DAP
pp. 160 • L. 50.000

Lo studente si trova di fronte a brevi esposizioni teoriche autoconsistenti ed a moltissimi esempi applicativi che può usare per verificare la propria comprensione della teoria o per visualizzare il comportamento di sistemi fisici statistici. Il calcolatore, infatti, può trattare gli eventi casuali non attraverso la simulazione ma generandoli effettivamente attraverso routine interne.

S. Faetti / L. Fronzoni
COMPORTAMENTO DEI SISTEMI COMPLESSI: ORDINE E CAOS
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD297I
C64 Cod. 297DCM
pp. 160 • L. 50.000

Il testo fornisce una semplice introduzione ad alcuni fenomeni complessi che investono discipline quali la fisica, la chimica e l'ecologia. L'obiettivo è quello di mettere in evidenza le proprietà dei sistemi che cambiano drasticamente, dando luogo a comportamenti periodici, discontinui o caotici, analizzando cioè, sulla base di esempi concreti, il rapporto tra ordine e caos.

A. Conti / M. Rosa - Clot
MECCANICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD290I
C64 Cod. 290DCM
APPLE Cod. 290DAP
pp. 300 • L. 50.000

Delle leggi fisiche, spesso sfugge il significato più ampio, soprattutto se non si ha molta familiarità con il formalismo matematico. Il testo aiuta ad ottenere una miglior comprensione utilizzando la legge stessa per prevedere il comportamento di un sistema fisico. Il libro affronta in 30 problemi i principi base della cinematica e della dinamica.

F. Wattemberg / M. Wattemberg
STRUMENTI DI ANALISI E CALCOLO NUMERICO
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD549I
pp. 128 • L. 50.000

Lo studente viene messo in grado di esercitarsi con un gran numero di esempi e di sperimentare i metodi e le strategie dell'Analisi e del Calcolo Numerico scoprendone così la reale portata. Gli esercizi proposti si avvalgono del supporto di grafici esplicativi di immediata comprensione.

B. Rinaldi / F.P. Tramontano / D. Tognon
GEOMETRIA ANALITICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD294I
C64 Cod. 294DCM
M20 Cod. 294DOL
pp. 150 • L. 50.000

Il testo si basa fondamentalmente sullo studio delle forme lineari e quadratiche e delle loro proprietà, attraverso i grafici. Il poter rappresentare con efficacia e rapidità non solo una curva, ma anche alcune strutture ad essa associate, costituisce un valido aiuto per lo studio di questa materia.

RIO SCUOLA

CANICA • ELETTRONICA • PROBABILITÀ E STATISTICA-ECONOMIA

A SCUOLA MEDIA SUPERIORE

G. Dariano / A. Marzuoli
MATEMATICA FINANZIARIA E ATTUARIALE
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD562I
pp. 120 • L. 50.000

Preceduti da brevi ed indispensabili richiami sul calcolo delle probabilità e sulla statistica, i concetti introdotti vengono illustrati visivamente, mediante grafici, animazioni e istogrammi. Il calcolatore svolge inoltre funzione d'ausilio per quanto riguarda il calcolo delle grandezze finanziarie e demografico-attuariali.

A. Martinelli / M. Persico
CHIMICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD295I
C64 Cod. 295DCM
pp. 192 • L. 50.000

Viene data la possibilità allo studente di familiarizzare con le leggi base della chimica, attraverso una gamma illimitata di problemi graduati per difficoltà. È possibile verificare il livello delle proprie conoscenze e comunque essere guidati verso la soluzione del problema in questione.

M. Fusilli / M. Polvani
L'ELETTRONICA DEL COMPUTER VOL. I
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD298I
pp. 236 • L. 50.000

I concetti fondamentali del funzionamento della macchina (la non linearità, la memoria, il clock, le porte logiche...) vengono assimilati tramite le numerose simulazioni proposte dal software allegato, il quale, grazie alla tecnica interattiva adottata, consente un'ampia partecipazione dell'utilizzatore allo sviluppo degli argomenti.

I. Perlasca / S. Sgrignoli
ONDE E OSCILLAZIONI
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD563I
pp. 216 • L. 50.000

Dopo alcuni esempi riguardanti le oscillazioni meccaniche, il testo introduce, unitamente ai suoi programmi su disco, allo studio delle onde elettriche, delle onde luminose, dei circuiti elettrici oscillanti, ponendo particolare attenzione verso alcuni comportamenti tipici delle onde quali l'interferenza e i battimenti.

L. Danusso / S. Schacherl
CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD301I
C64 Cod. 301DCM
APPLE Cod. 301DAP
pp. 96 • L. 50.000

Un testo ricco di esempi e di situazioni fisicamente interessanti, a supporto di una parte del programma ministeriale di fisica che abbraccia una quantità enorme di argomenti.
Il calcolatore, in questa circostanza, fornisce allo studente che utilizza i programmi allegati uno strumento potente che permette di estrapolare dalla legge generale i casi concreti.

M. Berretta
IDRAULICA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD296I
C64 Cod. 296DCM
APPLE Cod. 296DAP
pp. 144 • L. 50.000

I vari problemi sono illustrati nei loro aspetti teorici e quindi semplificati attraverso simulazioni. Si passa dai problemi di statica dei liquidi perfetti a problemi di dinamica, allo studio di fluidi reali ed a problemi più tecnici come il carico massimo in una tubazione.

M. Fusilli / M. Polvani
L'ELETTRONICA DEL COMPUTER VOL. II
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD299I
pp. 168 • L. 50.000

In questo secondo volume, la logica binaria e i circuiti, le funzioni logiche fondamentali, le reti logiche e sequenziali, i concetti fondamentali del funzionamento della macchina, vengono assimilati tramite le numerose simulazioni proposte dal software allegato, il quale, grazie alla tecnica interattiva adottata, consente un'ampia partecipazione dell'utilizzatore allo sviluppo degli argomenti.

F. Cecconi
ESERCIZI ED ESAMI CON IL PERSONAL COMPUTER
MS DOS Cod. SD561I
pp. 180 • L. 50.000

Il testo propone un sistema software capace di gestire test di verifica adattabili a qualsiasi disciplina scolastica, proponendo in modo automatico domande o serie di domande a scelta multipla, controllarne le risposte ed i tempi impiegati, assegnando un punteggio a fine prova e registrando i risultati.

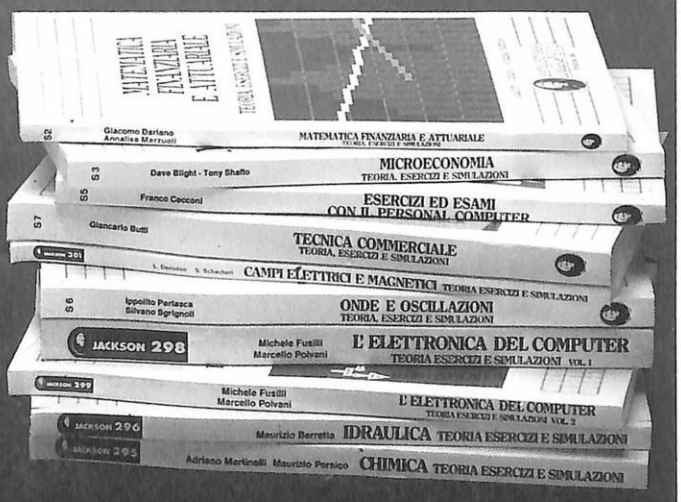
D. Blight / T. Shafto
MICROECONOMIA
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD560I
C64 Cod. 560DCM
pp. 189 • L. 50.000

Le problematiche riguardanti la microeconomia, vengono introdotte gradualmente in questo testo ed esemplificate con l'aiuto di numerosi grafici. Argomenti che altrimenti richiederebbero sofisticate conoscenze e complicati formalismi matematici vengono così notevolmente semplificati e possono essere compresi senza sforzo.

G. Butti
TECNICA COMMERCIALE
Teoria, esercizi e simulazioni
MS DOS Cod. SD580I
pp. 170 • L. 50.000

Questo testo prende in considerazione i temi fondamentali di tale materia (compilazione e calcolo di fatture, conti correnti, registri IVA) e, sfruttando le potenzialità didattiche del calcolatore, permette al docente l'allargamento quasi infinito delle sue esemplificazioni e allo studente di rivedere e sperimentare quanto appreso dialogando direttamente col computer.

rumenti
a che cambia



GRUPPO EDITORIALE JACKSON

IN VENDITA PRESSO

libreria tiduciaria Jackson

DISTRIBUZIONE ESCLUSIVA

La Nuova Italia

CONVERTITORE CC-CC PER FINALI AUDIO

di J.L. Hood

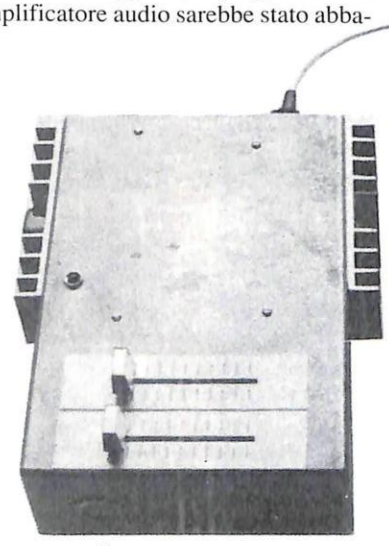
In molte occasioni è necessario essere provvisti di sistema portatile di amplificazione audio, che abbia una ragionevole qualità unita ad una certa qual potenza, ma la mancanza di un'alimentazione di rete comporta spesso qualche problema: eccovi allora un convertitore c.c.-c.c. che permette di ottenere 55 V, a partire da una batteria auto da 12 V.

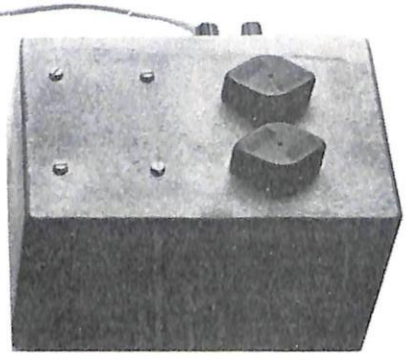
Siamo normalmente abituati a vedere i progetti dei circuiti elettronici soltanto nella loro versione definitiva, come se il progettista avesse potuto subito mettere, nero su bianco, proprio tutto ciò che era necessario, magari istruendo una seconda persona a montare e provare il circuito, tanto per essere sicuro che funzionasse esattamente come previsto.

Questa procedura potrebbe dare qualche risultato quando il progetto da realizzare è sufficientemente semplice, oppure se il progettista ha una considerevole esperienza di analoghi circuiti. Più spesso, quando non sono disponibili i servigi di una fedele "spalla" e quando i requisiti sono abbastanza chiari, è probabile che il circuito passi direttamente dal cervello dell'ideatore alla realizzazione hardware, senza scrivere niente sulla carta fino a quando tutto sarà finito e funzionerà in maniera soddisfacente.

Tuttavia, specialmente quando deve affrontare un campo non molto conosciuto, il progettista prudente inizierà passando in rassegna il suo archivio e consultando la sua raccolta di riviste, per vedere se qualcuno ha già fatto prima qualcosa del genere. In caso affermativo, se sono già stati descritti anche gli ostacoli imprevisti di un analogo progetto, il compito risulterà notevolmente facilitato.

Nel caso in oggetto, il progetto di un amplificatore audio sarebbe stato abbastanza semplice, ma provvedere un'alimentazione c.c. da batteria presentava qualche problema alquanto oscuro. Siccome il progetto finale è passato attraverso un paio di false partenze, abbandonate a causa di ripensamenti, abbiamo ritenuto interessante descrivere tutto l'iter della progettazione, fino al momento in cui ha preso forma la versione definitiva.

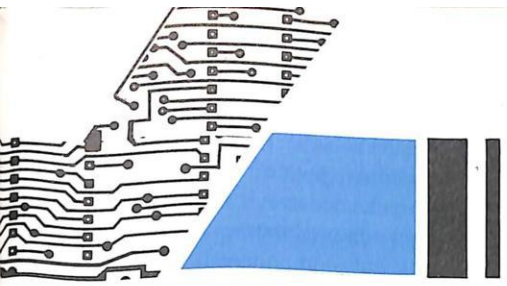




Convertitore c.c.-c.c.

Il processo ha avuto inizio decidendo la potenza necessaria: 50 W su un carico di 4 Ω. Questo valore del carico è abbastanza comune per gli altoparlanti collegati ad un amplificatore che deve funzionare all'esterno (PA: per comunicazioni pubbliche) e 50 W fanno un bel pò di rumore, specialmente se ricordate che questi amplificatori hanno di norma un rendimento ben maggiore dei loro equivalenti ad alta fedeltà.

Per questa combinazione di potenza e carico, sarebbe necessaria una tensione d'uscita di segnale pari a 14,14 V efficaci che corrispondono a 40 V picco-picco. Poichè lo stadio d'uscita dell'ampli-



ficatore di potenza presenterà inevitabilmente una caduta di tensione di circa 12-15 V, sarà necessaria un'alimentazione c.c. di 55 V. Un calcolo analogo dimostra che la corrente efficace nel carico dovrà essere di 3,54 A, che implica una corrente media (metà del valore efficace) di alimentazione pari a circa 1,77 A. Tenendo conto delle altre necessità dell'amplificatore, dovrà essere prevista una corrente di circa 2 A.
Il rendimento globale del sistema sarà del 45% ed i dissipatori termici dovranno essere in grado di dissipare una cin-

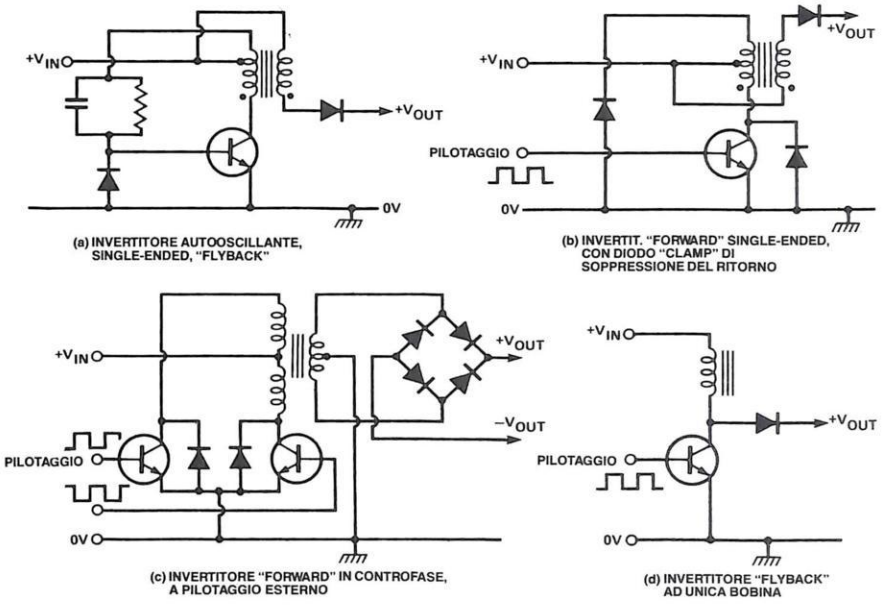


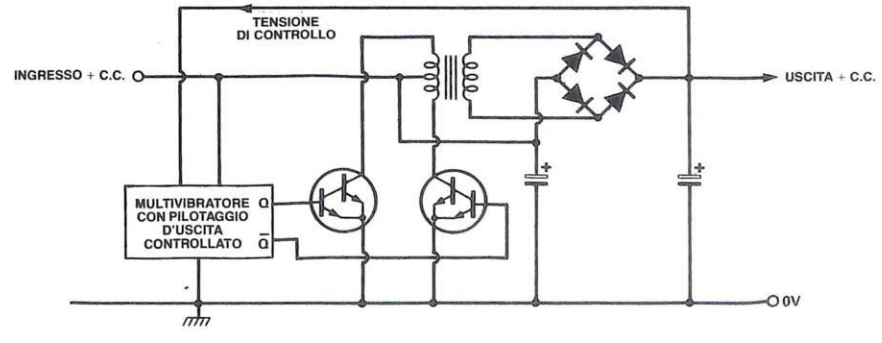
Figura 1. Diverse disposizioni circuitali per un invertitore.

quantina di watt (1,77 x 55 - 50). Inoltre, poichè il convertitore c.c.-c.c. avrà, nel caso migliore, un rendimento dell'85% soltanto, dalla batteria verranno assorbiti 10,5 A, alla massima potenza d'uscita. Se il sistema convertitore è ragionevolmente ben progettato, la corrente assorbita a riposo, cioè a volume zero o molto basso, ovvero minore di 0,5 A circa.

Figura 2. Convertitore c.c.-c.c. con pilotaggio in controfase.

Progettazione del circuito

I circuiti invertitori si basano su un oscillatore di potenza, che pilota un trasformatore di accoppiamento, di solito ad una frequenza ben maggiore dei 50 Hz ai quali siamo abituati, per diminuire l'ingombro ed il peso del trasformatore. Le diverse forme che può assumere questo oscillatore possono comprendere gli schemi unipolare od in controfase, autooscillanti o pilotati da un generatore esterno, "diretto" o "flyback": alcuni schemi di oscillatori sono illustrati in Figura 1. Il sistema convertitore forward è quello in cui la tensione secondaria del trasformatore d'uscita viene generata durante il periodo in cui la corrente scorre nel circuito primario, funzionando cioè come i normali trasformatori. In generale, questo sistema presenta un rendimento maggiore rispetto al convertitore flyback (ad extracorrente), in cui tanto la tensione d'uscita secondaria quanto la tensione primaria vengono sviluppate soltanto quando la corrente primaria viene bruscamente interrotta. La bobina del sistema convenzionale di accensione delle automobili a benzina è un esempio di convertitore flyback.
Poichè vogliamo ottenere il massimo rendimento pratico, per minimizzare la corrente assorbita dalla batteria, il sistema diretto è da preferire. Sempre nell'interesse del rendimento, sarà preferibile un sistema in controfase, perchè ci saranno due (o quattro) transistori a suddividersi i 10 A di assorbimento del primario. Tutte queste considerazioni suggeriscono lo schema di Figura 1c.
La successiva scelta da fare è tra un circuito auto-oscillante, in cui il segnale di eccitazione della base viene ricavato da un piccolo avvolgimento separato del trasformatore elevatore, ed un circuito in cui la forma d'onda di eccitazione perviene da un generatore esterno. Anche questa è una decisione facile. I sistemi autooscillanti dipendono molto dal carico d'uscita e pertanto la frequenza di funzionamento può variare, oppure il circuito può persino smettere di oscillare o rifiutarsi di entrare in oscillazione sin dall'inizio.



Inoltre, se la tensione di eccitazione viene ricavata da un circuito esterno che produce un segnale a basso livello, sarà molto più facile manipolare questo segnale per controllare la potenza o la tensione d'uscita. Il risultato è un circuito del tipo illustrato in Figura 2. La scelta

di componenti Darlington di potenza per i transistori Q1 e Q2 deriva dal fatto che non costano molto di più dei normali transistori di potenza ma hanno una corrente di pilotaggio talmente bassa (10 mA per l'intera corrente d'uscita) da poter essere pilotati anche da transistori per piccoli segnali.

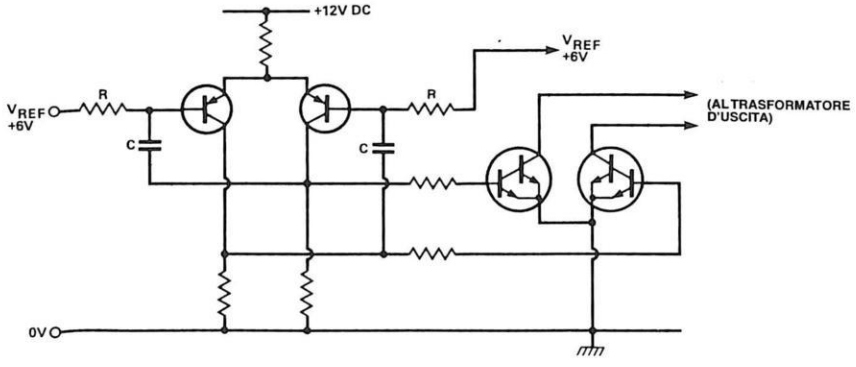


Figura 3. Semplice circuito di pilotaggio a multivibratore.

Circuito di pilotaggio

Dopo aver deciso la configurazione di utilizzo del transistore di commutazione all'uscita del convertitore, il passo successivo era di decidere il tipo di multivibratore da usare per pilotarlo.

Il multivibratore simmetrico ad oscillazione libera e ad accoppiamento di emettitore (illustrato in Figura 3), che utilizza una coppia di transistori NPN, può pilotare direttamente i transistori di commutazione d'uscita. Il controllo della potenza può essere ottenuto mediante le modifiche circuitali mostrate in Figura 4, in cui la corrente erogata dal generatore formato dal transistore Q1 può essere ridotta mediante il partitore di tensione R6/R1 e D1, se la tensione d'uscita supera un certo valore predeterminato.

Questo circuito funziona bene, ma è necessario che la tensione di alimentazione di Q1 (R7) venga mantenuto ad un livello fisso, per fornire una tensione di riferimento.

Sfortunatamente, in un circuito di commutazione di potenza è indispensabile che i componenti di commutazione siano completamente interdetti o completamente in conduzione. In qualsiasi condizione intermedia ci sarebbe una dissipazione di potenza indesiderata, che ridurrebbe ulteriormente il già basso rendimento in potenza d'uscita del sistema. Ciò che occorre, è un sistema di pilotaggio con modulatore a durata d'impulso, in cui i componenti d'uscita risultino completamente interdetti od in conduzione: la durata dell'impulso di conduzione di ciascun transistore di commutazione deve poter essere variata da un rapporto impulso/pausa di 50/50 (per la massima tensione o potenza d'uscita) ad un rapporto di 1/99 (per la minima tensione o potenza d'uscita), come mostrato in Figura 5.

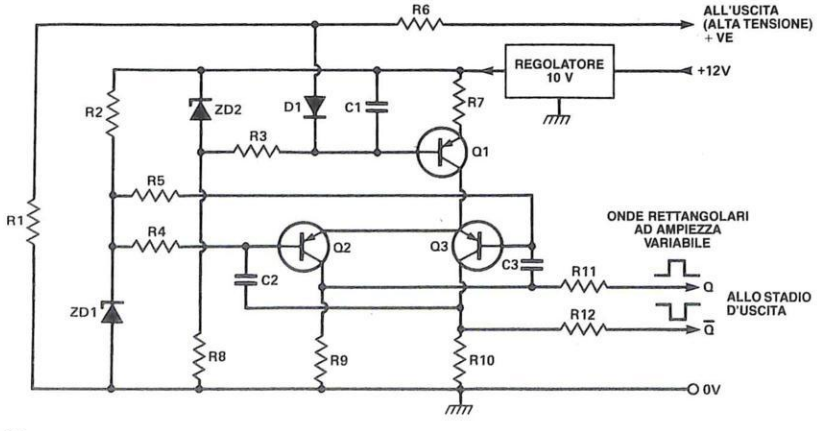


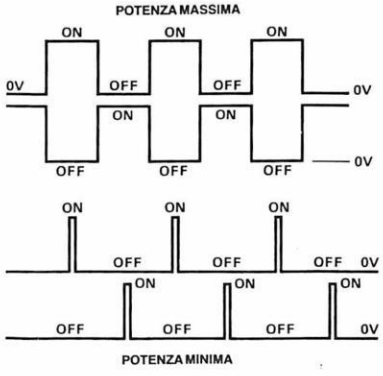
Figura 4. Multivibratore con tensione d'uscita controllata.

Consultando i nostri appunti, abbiamo però scoperto di aver già sperimentato questo tipo di circuito, per un'altra applicazione, utilizzando la disposizione illustrata in Figura 6. In questo schema, un generatore ad onda rettangolare alimenta un generatore a denti di sega ed un circuito divisore per due. L'uscita del generatore a denti di sega viene poi intersecata mediante un circuito con livello di "sezionamento" variabile, in modo da erogare all'uscita una forma d'onda rettangolare impulsiva, la cui durata può variare da 0 al 100% del periodo. Le uscite Q e Q negato dello stadio divisore per due possono essere utilizzate per controllare una coppia di porta logiche AND, la cui uscita è applicata, tramite un adatto buffer, ad uno od all'altro dei dispositivi di commutazione d'uscita.

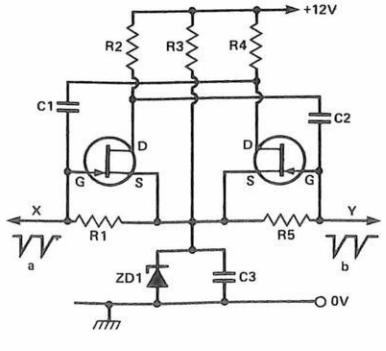
Il circuito funziona molto bene e può

essere costruito utilizzando componenti logici CMOS standard, ma forse lo schema a blocchi potrebbe essere leggermente semplificato per l'uso che intendiamo farne.
Abbiamo allora pensato di ricorrere ad un semplice multivibratore astabile, basato su una coppia di FET a giunzione (Figura 7). Si otterranno così le forme d'onda "a" e "b", nei punti "x" ed "y" del circuito. Queste onde potranno essere

Figura 5. Controllo della tensione d'uscita mediante modulazione della durata degli impulsi.



sezionate, squadrate ed invertite, per ottenere un impulso di pilotaggio diretto alternativamente all'uno od all'altro componente d'uscita.
Questa soluzione funziona, ma i FET di potenza a basso prezzo hanno una tensione di soglia per l'attivazione enormemente variabile. Per ottenere uguali rapporti impulso/pausa, ci saranno due possibilità: usare FET selezionati oppure usare potenziometri per R1 ed R5. Inoltre, utilizzando un diodo zener per produrre la tensione di riferimento per il



source si renderebbe il circuito troppo sensibile alle variazioni della tensione di alimentazione. Il problema può essere risolto sostituendo i FET con transistori a giunzione, che vanno in conduzione a tensioni molto più costanti. Per i componenti al silicio, questa tensione sarà sempre compresa tra 0,5 e 0,6 V, nel senso della polarizzazione diretta. Sfortunatamente, i transistori al silicio non sono ideali per i multivibratori perchè, quando le loro basi sono pilotate con una tensione negativa maggiore di 5 V, la giunzione base-emettitore funziona come un diodo zener e può causare il passaggio della corrente di collettore anche quando si suppone che il transistore sia completamente interdetto.
Questo problema può essere risolto aggiungendo i diodi di protezione D1 e D2, che impediscono a Q1 e Q2 di essere polarizzati inversamente (Figura 8). Di conseguenza, quando l'azione del multivibratore pilota negativamente gli estremi di R1 ed R6, i diodi bloccano il passaggio della corrente ed ai transistori viene applicata una polarizzazione diretta uguale a zero, ma con le basi collegate agli emettitori tramite R3 ed R5, per evitare correnti di perdita indesiderate.
Una versione definitiva del circuito di pilotaggio, basata su questa idea, è illustrata in Figura 9, nella quale viene usata una coppia di amplificatori operazionali con ingresso a FET per campionare le uscite in "x" ed "y", fornendo impulsi rettangolari alternati per pilotare i componenti finali di commutazione. Se la tensione d'uscita proveniente dall'invertitore aumenta eccessivamente di livello, può essere campionata da R13 ed RV1, il cui valore verrà aumentato per abbassare la tensione di riferimento d'ingresso applicata all'amplificatore operazionale. Questo riduce il tempo di attività, man mano che il punto di commutazione si abbassa lungo la rampa delle forme d'onda "a" e "b" della Figura 6.
Prelevando la tensione di riferimento dell'amplificatore operazionale dal terminale superiore di D2, il massimo tempo di attività verrà approssimato al 50%, senza però poterlo superare. Questo avviene perchè la tensione di attivazione, misurata in "x" ed "y", è uguale a Vz più i potenziali diretti di due giunzioni PN al silicio (D1 e la giunzione base-emettitore di Q1, oppure D3 e la giunzione base-emettitore di Q2), mentre Vref è data da Vz più la caduta di tensione diretta sulla giunzione di uno dei diodi (D2).
Il circuito funziona come previsto, ma questa non è ancora la sua forma definitiva, semplicemente perchè non è del tutto sicuro. Se l'oscillatore dovesse cessare di funzionare per qualche motivo (guasto ad un componente oppure tensione di alimentazione troppo bassa), le uscite di IC1 ed IC2 rimarrebbero sempre a livello alto, mantenendo continuamente in conduzione i transistori di pilotaggio.
Questo inconveniente può essere evitato mediante il circuito di accoppiamento di Figura 10. Si tratta di un accoppiamento in c.a. ed alla forma d'onda del segnale viene restituita una componente c.c. positiva, mediante i circuiti D1-R1 e D2-R2. Se il segnale di pilotaggio viene a mancare, la tensione d'uscita cade a zero ed entrambi i transistori d'uscita vengono interdetti.

Figura 6. Schema a blocchi di un circuito con modulazione della durata dell'impulso di pilotaggio.

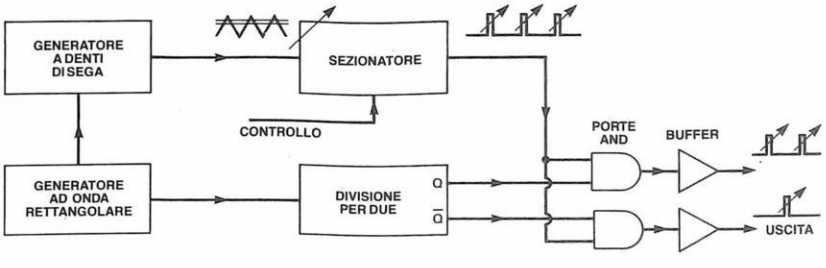


Figura 7. Semplice multivibratore astabile, che utilizza FET a giunzione.

Altri ostacoli imprevisti

Speravamo di poter usare un normale trasformatore di rete come elevatore, cosa che ci avrebbe risparmiato molti guai. Tuttavia, poichè il prototipo funzionava abbastanza bene alle basse potenze d'uscita, abbiamo iniziato a misurare seriamente la potenza d'uscita ed il rendimento ai livelli di progetto, utilizzando una batteria di automobile invece di un alimentatore c.c. stabilizzato. I risultati sono stati molto deludenti, a meno di usare un trasformatore toroidale molto grande, di elevata potenza (e perciò costoso). Per la cronaca, l'ILP62033 (240 V/50-050 V) non andava troppo male, ma non ancora bene come speravamo, in termini di regolazione della potenza d'uscita.

La difficoltà consiste nel fatto che l'induttanza parassita del secondario di un normale trasformatore a 220 V è eccessiva. L'induttanza "parassita" è il valore che si osserva ai terminali a bassa tensione del secondario quando l'avvolgimento primario è in cortocircuito. Questo valore dipende dal numero di spire degli avvolgimenti, dal tipo del nucleo e dal modo in cui il filo è avvolto. I nuclei toroidali sono in generale migliori dei normali nuclei E/I e gli avvolgimenti bifilari (avvolti contemporaneamente, fianco a fianco) sono migliori di quelli separati. Tuttavia, il problema più importante è costituito dal numero totale delle spire.

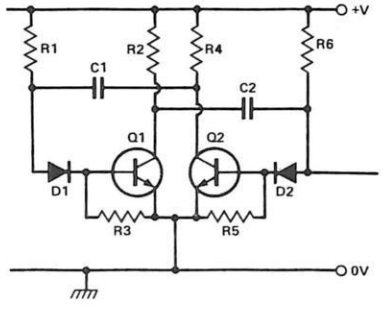


Figura 8. Multivibratore bipolare migliorato.

Con un'induttanza parassita troppo elevata, applicata ai collettori dei transistori di commutazione, la corrente al passaggio in conduzione impiega troppo tempo per aumentare fino al valore necessario e ciò significa che anche la corrente secondaria aumenta troppo lentamente. Il fenomeno risulta esagerato anche dal fatto che, per ottenere basse perdite di potenza nei componenti di commutazione, abbiamo utilizzato un'onda rettangolare per pilotare l'ingresso del trasformatore, invece di un'onda sinusoidale.

Nonostante le nostre migliori intenzioni, abbiamo dovuto decidere di avvolgere in proprio il trasformatore, previa scelta tra nucleo in ferro laminato e nucleo di ferrite. I trasformatori con nucleo di ferrite funzionano bene soltanto a frequenze maggiori di circa 15 kHz, dove i rendimenti dei transistori di potenza, degli amplificatori operazionali e dei normali diodi rettificatori iniziano a diminuire.

I trasformatori con nucleo in ferro laminato danno le loro migliori prestazioni da circa 50 Hz a 1000 Hz, una frequenza non troppo elevata per il resto dei componenti.

Scegliendo una frequenza di 300-500 Hz, il numero delle spire necessarie non sarebbe troppo elevato ed il trasformatore non sarebbe troppo difficile da avvolgere, purchè si disponga di un adatto nucleo. Abbiamo perciò usato come struttura di base un kit commerciale per trasformatore da 100 VA, con nucleo a sezione quadrata e lato di 28 mm. Su questo abbiamo avvolto un primario formato due bobine da 10 spire in filo di rame da 1 mm, disposte in doppio strato per abbassare la resistenza c.c., ed

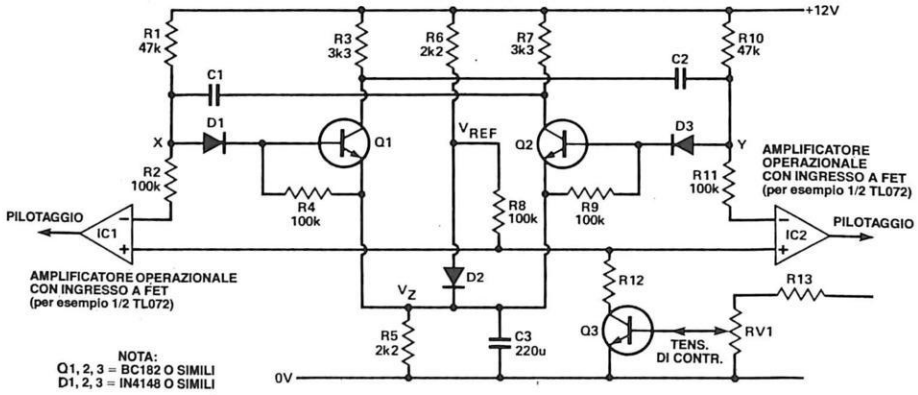


Figura 9. Multivibratore bipolare, con controllo della durata d'impulso della forma d'onda d'uscita.

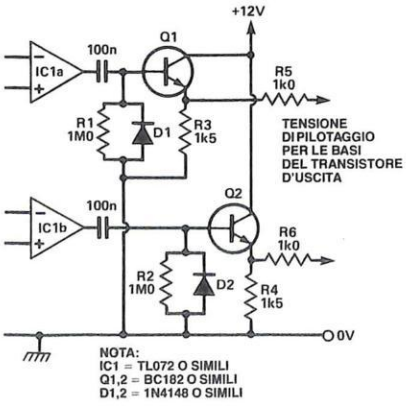


Figura 10. Disposizione dell'accoppiamento d'uscita.

un secondario di 42 spire, sempre con filo da 1 mm, isolato dal primario mediante uno strato di nastro in PVC.
Il rapporto di 1:1:4,2 è imposto dal fatto che, con segnali quasi rettangolari, la tensione d'uscita del rettificatore a valore di picco sarà uguale al valore medio.
Volendo utilizzare un'unica uscita rettificata +Ve, invece dell'alimentazione a doppia linea possiamo sommare l'uscita rettificata alla tensione d'ingresso di 12

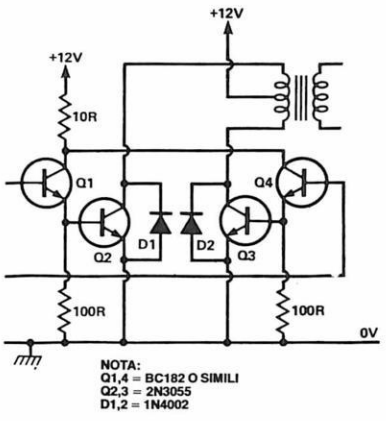


Figura 11. Disposizione dei transistori d'uscita.

V c.c. Ora dobbiamo soltanto fornire una tensione d'uscita rettificata di circa 50 Vc.c. (in totale, circa 62 V nominali), per essere sicuri di ottenere il livello di +55 V specificato in precedenza. E'

gio ed abbiamo trovato che le frequenze più elevate causavano nel carico una maggiore incidenza di rumore causato dal nucleo, mentre le frequenze minori facevano aumentare la corrente di ripo-

di una corrente troppo elevata per i transistori Darlington MJ3001 o TIP141, che sopportano una corrente massima di 10 A. Raddoppiare il numero di tali componenti imporrebbe un aumento di costo non necessario, ed altrettanto avverrebbe scegliendo un componente Darlington di maggiore potenza; per questi motivi, abbiamo infine optato per una coppia di 2N3055, che sono facili da acquistare e resistono ad una corrente massima di 15 A; li abbiamo poi inseriti nello schema di Figura 11.
I transistori piloti Q1 e Q4 non sono critici: si potranno utilizzare componenti NPN di piccola potenza, con una corrente di 1 A. Il resistore da 10 Ω nel circuito di collettore limita le correnti di picco e quindi la dissipazione che è di circa 1 watt.

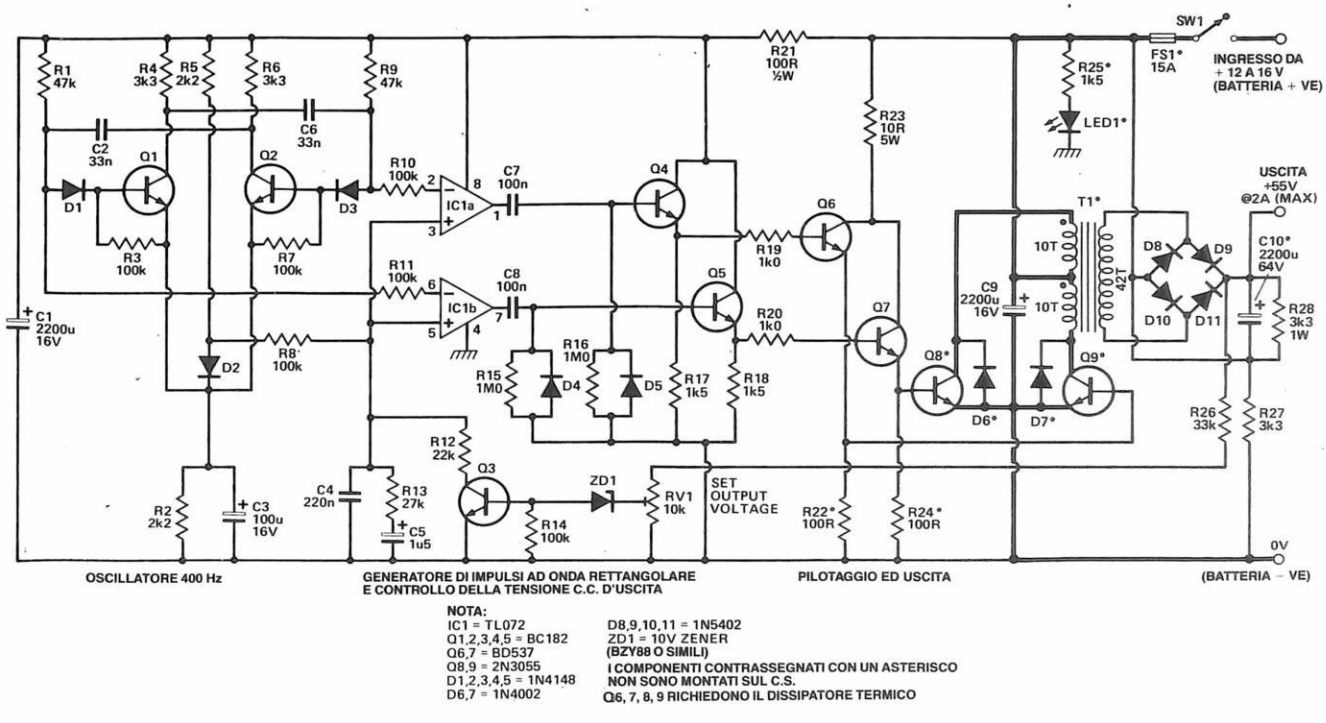


Figura 12. Schema completo del convertitore c.c.-c.c.

necessaria una tensione di valore leggermente esuberante, per lasciare a disposizione dell'anello di controllo un certo margine di tensione che gli permetta di lavorare.
Questo trasformatore è risultato perfettamente adatto allo scopo ed anche poco ingombrante. Abbiamo provato a variare leggermente la frequenza di pilotag-

so nel carico, a causa della diminuzione dell'impedenza primaria. Abbiamo infine deciso per una soluzione di compromesso, scegliendo la frequenza di 400 Hz. Per i livelli di potenza d'uscita necessari e con i rendimenti ottenuti alla fine (70-80%), la corrente di picco in commutazione è di circa 11 A. Si tratta

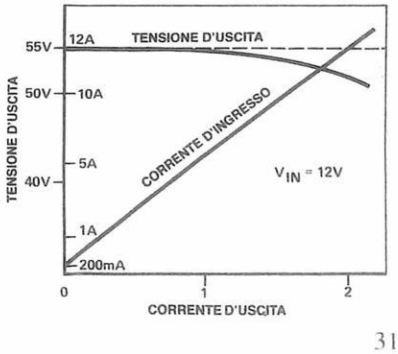
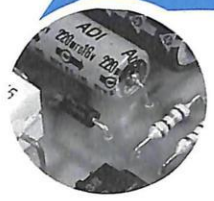


Figura 13. Regolazione della tensione d'uscita, ricavata sul prototipo.



Stabilizzazione della tensione d'uscita

L'anello di servocomando per la stabilizzazione, è formato dalla tensione d'uscita c.c. ai capi del condensatore tampone (rilevata da ZD1 e Q3) e controlla la tensione di riferimento per gli integrati IC1 ed IC2; esso costituisce un caso particolare ed i componenti di stabilizzazione dell'anello sono C4, C5 ed R13. Questi componenti mantengono costante la tensione d'uscita nel campo di variazione del loro carico utile, con scarsissima sovraoscillazione quando l'entità del carico varia a gradini. A questa funzione contribuisce anche il resistore da 3,3 kΩ, collegato come carico d'uscita permanente, il quale evita pure che il condensatore tampone rimanga carico quando l'alimentatore viene spento. Il circuito regolatore di tensione mantiene costante la tensione d'uscita, con una variazione della tensione d'ingresso da +12 a +15,5 V che corrisponde a quella rilevabile ai morsetti di una batteria per auto da 12 V, tra il funzionamento a vuoto e sotto carica. Inoltre, nel caso di carico ridotto (cioè nelle condizioni di stand-by), la durata degli impulsi attivi è molto breve, mentre la corrente assorbita a riposo è dell'ordine di 200-300 mA: un carico insignificante per una batteria per auto di media capacità. Lo schema definitivo del convertitore c.c. è illustrato in Figura 12, mentre la curva di regolazione della tensione d'uscita in rapporto alla corrente è disegnata in Figura 13.

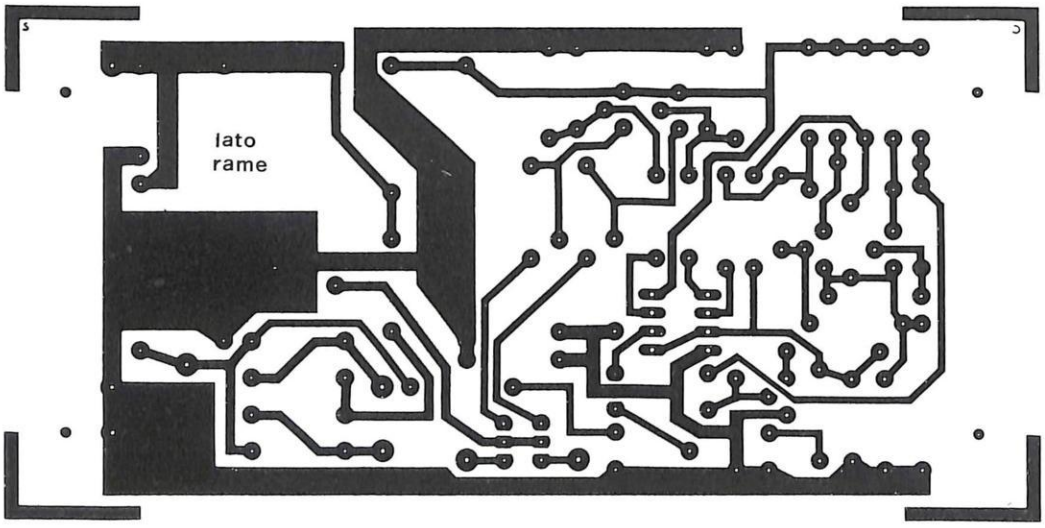


Figura 14. Circuito stampato visto dal lato rame in scala unitaria.

Realizzazione

Il circuito stampato visto dal lato rame in scala unitaria, è riportato in Figura 14, mentre la disposizione dei componenti è mostrata in Figura 15.
Il montaggio del circuito stampato non dovrebbe presentare difficoltà, purchè si faccia attenzione alla polarità con cui vengono posizionati i condensatori elettrolitici, i diodi ed i transistori. Montare per ultimo l'amplificatore operazionale, rispettando il suo corretto orientamento sullo zoccolo. I particolari dell'avvolgimento del trasformatore sono dati in Figura 16, ed il filo da usare è del tipo smaltato da 1 mm. Nella maggior parte dei kit per la costruzione dei trasformatori è compreso un rocchetto sul quale è già pronto l'avvolgimento primario a 120/240 V. Eliminare questo avvolgimento e costruire un nuovo rocchetto, utilizzando cartoncino rigido. Infilare poi nel foro del rocchetto i lamierini a forma di "E" e di "I" e bloccare il nucleo completo secondo le istruzioni date dal fornitore (di solito con guancette di serraggio strette mediante viti che attraversano gli appositi fori praticati nei lamierini del nucleo).
Inserire infine il convertitore c.c. in un contenitore di metallo pressofuso, separato da quello dell'amplificatore. Questa scelta è consigliata per motivi di sicurezza ed inoltre contribuisce a ridurre la rumorosità causata dalle vibrazioni del nucleo del trasformatore. Fissare i transistori di potenza ad un pannello del contenitore, per garantire un'adeguata dissipazione termica, isolandoli però elettricamente rispetto a quest'ultimo con una laminetta di mica. Proteggere tutti i transistori con un cappuccio di plastica isolante, per eliminare il rischio di cortocircuito nel caso il mobiletto dovesse accidentalmente venire a contatto con qualsiasi oggetto metallico esterno.
Durante il cablaggio, tenere presente che le correnti circolanti sono piuttosto forti e che un'eccessiva resistenza dei cablaggi produrrebbe una caduta di

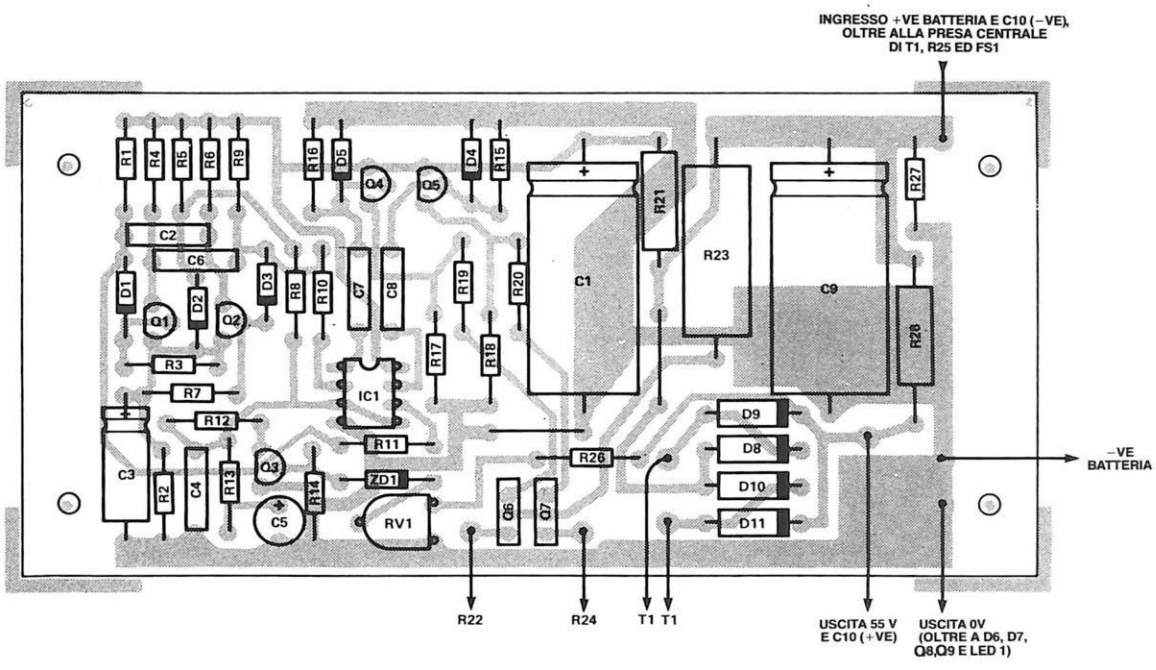


Figura 15. Disposizione dei componenti sul circuito stampato.

tensione inaccettabile. Le aree critiche sono rappresentate dalle linee a tratto ingrossato sullo schema elettrico di Figura 12. Effettuare tutti questi collegamenti i più corti possibile e con un filo di sezione sufficientemente elevata. Lo stesso vale per i cablaggi che collegano il convertitore alla batteria quando è in funzione. Ricordatevi che i componenti R22, R24, D6 e D7 non sono montati sul circuito stampato e non dimenticate di applicare a Q6 e Q7 dissipatori termici a clip. Il collaudo consiste semplicemente nel collegare il dispositivo alla batteria dell'auto, controllando poi che sia presente il valore all'incirca giusto della tensione d'uscita. Se non fosse presente la tensione d'uscita, oppure se i transistori di potenza riscaldassero troppo rapidamente, staccare immediatamente i cavi dalla batteria e controllare con attenzione il circuito alla ricerca dell'errore. Se tutto è in ordine, regolare RV1 in modo da portare la tensione d'uscita a 55 V esatti: il convertitore è così pronto all'uso.

© ETI 1987

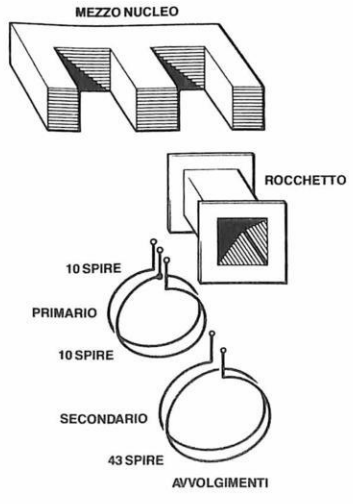


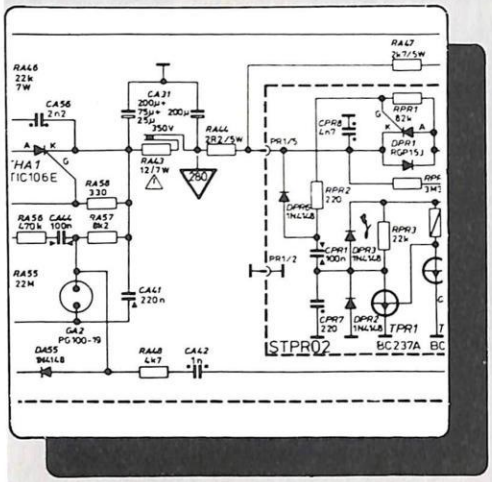
Figura 16. Costruzione del trasformatore elevatore.

ELENCO DEI COMPONENTI

Tutti i resistori sono da 1/4 W 5% se non altrimenti specificato

R1-9	resistori da 47 kΩ
R2-5	resistori da 2,2 kΩ
R3-7-8-10-11-14	resistori da 100 kΩ
R4-6-27-28	resistori da 3,3 kΩ
R12	resistore da 22 kΩ
R13	resistore da 27 kΩ
R15-16	resistori da 1 MΩ
R17-18-25	resistori da 1,5 kΩ
R19-20	resistori da 1 kΩ
R21	resistore da 100 Ω 1/2 W
R22-24	resistori da 100 Ω
R23	resistore da 10 Ω 5 W
R26	resistore da 33 kΩ
RV1	trimmer orizzontale da 10 kΩ
C1-9	cond. elettr. da 2200 µF 16 Vl
C2-6	cond. poliestere da 33 nF
C3	cond. elettr. da 100 µF 16 Vl
C4	cond. poliestere da 220 nF
C5	cond. elettr. da 1,5 µF 16 Vl al tantalio
C7-8	cond. poliestere da 100 nF
C10	cond. elettr. da 2200 µF 64 Vl

IC1	circuito integrato TL072
Q1/5	transistori BC182
Q6-7	transistori BD537
Q8-9	transistori 2N3055
D1/5	diodi 1N4148
D6-7	diodi 1N4002
D8/11	diodi 1N5402
ZD1	diodo zener da 10 V 400 mW tipo BZY88C10 o simile
LED1	diodo LED
FS1	fusibile da 5 A
SK1	morsetto rosso da 4 mm
SK2	morsetto nero da 4 mm
SK3	connettore polarizzato da 2 A
SW1	interruttore a levetta 12 V/15
T1	vedi testo
1	circuito stampato
1	portafusibile
1	contenitore
1	staffa di montaggio per C10
1	zoccolo DIL ad 8 piedini
2	dissipatori termici a clip per Q6 e Q7
2	kit di isolamento per Q8 e Q9



MODELLO : WESTINGHOUSE WESTMAN

SINTOMO : Apparecchio completamente spento

PROBABILE CAUSA : Mancanza della tensione di alimentazione generale

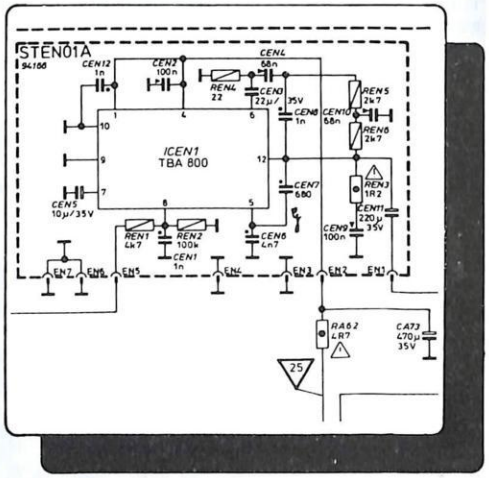
RIMEDIO : Sostituire il resistore RA44 da 2,2 Ω

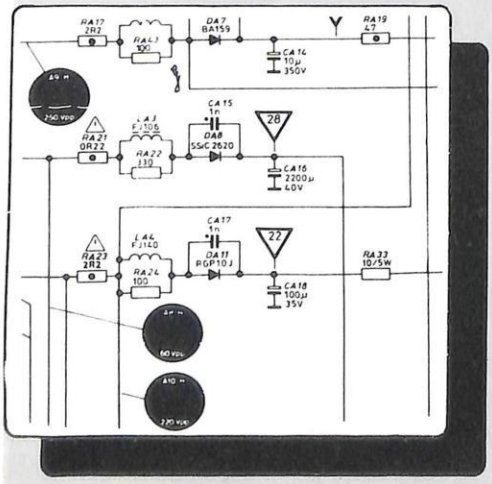
MODELLO : WESTINGHOUSE WESTMAN

SINTOMO : Mancanza totale dell'audio

PROBABILE CAUSA : Guasto sulla catena audio

RIMEDIO : Sostituire il circuito integrato amplificatore di potenza ICEN1 modello TBA800



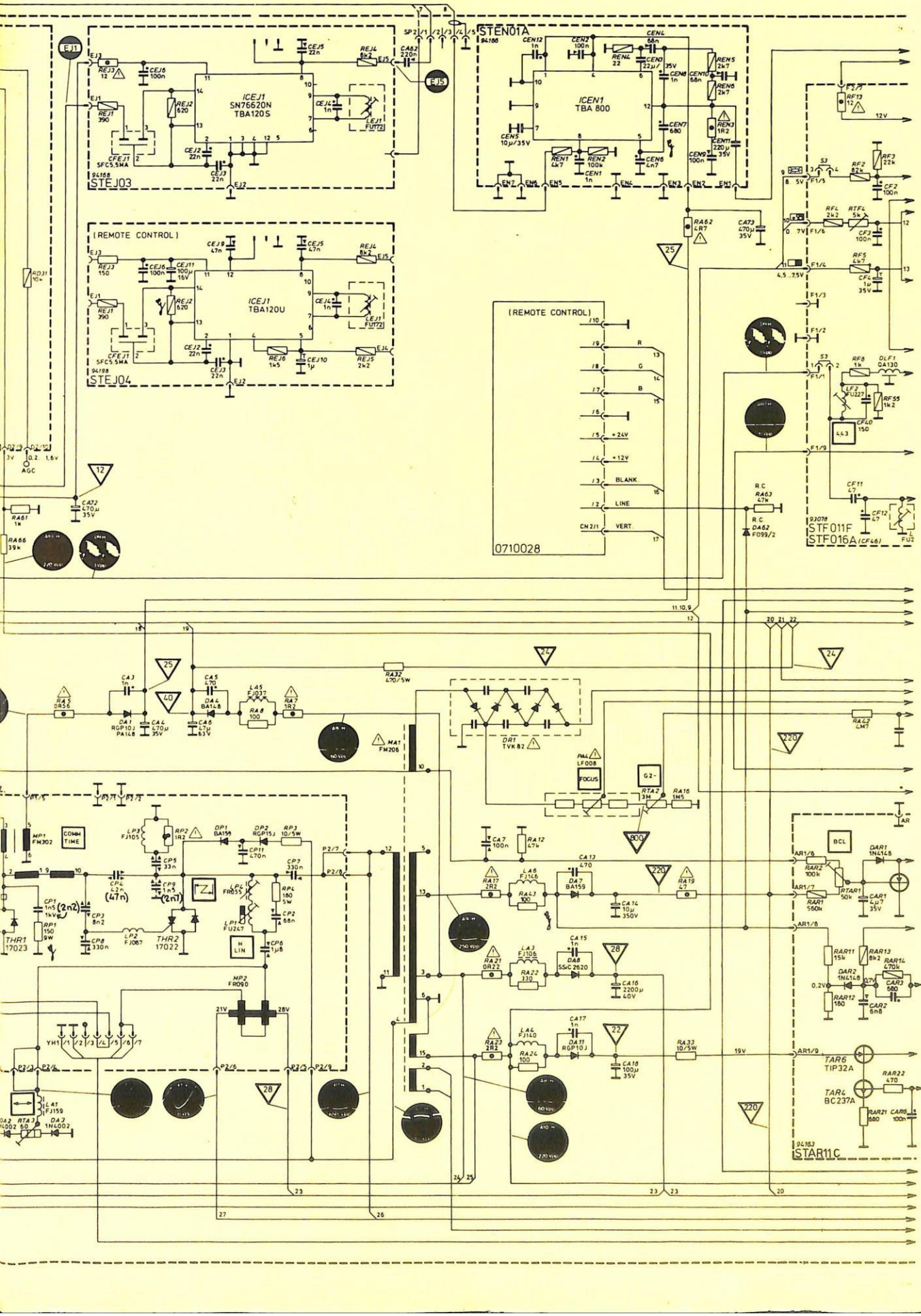


MODELLO : WESTINGHOUSE WESTMAN

SINTOMO : Mancanza del video

PROBABILE CAUSA : Assenza di polarizzazione delle griglie del CRT

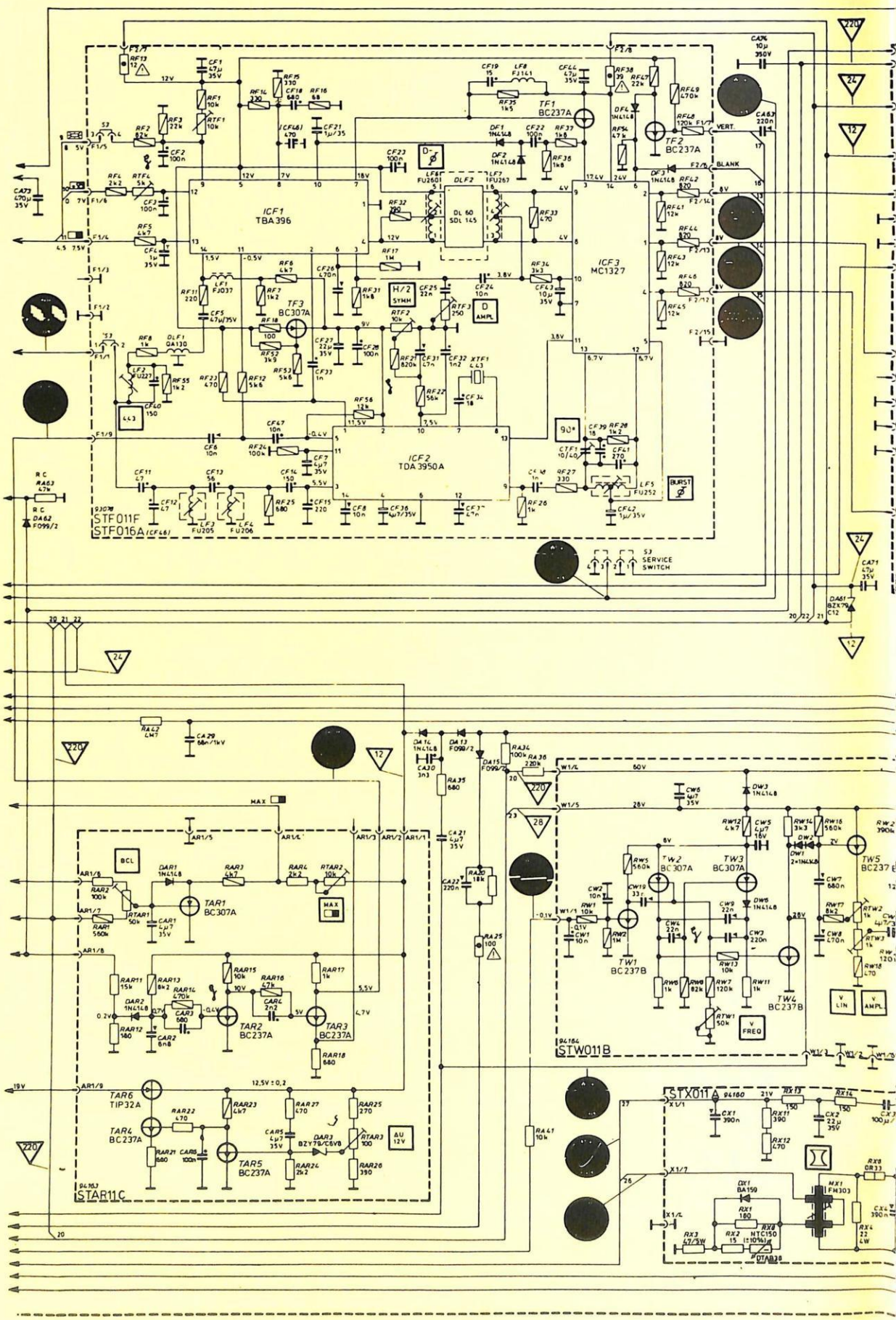
RIMEDIO : Sostituire il diodo DA11 modello RGP10J


STEN01A
94186
ICEN1
TBA 800
STEJ03
94188
ICEJ1
SN76620N
TBA120S
(REMOTE CONTROL)
STEJ04
94198
ICEJ1
TBA120U
(REMOTE CONTROL)
0710028
R
G
B
+24V
+12V
BLANK
LINE
VERT.
STF011F
STF016A (CF46)
93078
STAR11C
94153
TAR6
TIP32A
TAR4
BC237A
FOCUS
G2
BCL
COMB
TIME
H
LIN
AGC
DRT
TVK 82
FM4
LF008
MA1
FM208
MP1
FM302
MP2
FR090
THR1
17023
THR2
17022
DA1
RGP10J
PA148
DA2
1N4002
DA3
1N4002
DA4
BA148
DA5
BA159
DA6
BA159
DA7
BA159
DA8
SSC2620
DA11
RGP10J
DA62
F099/2
DAR1
1N4148
DAR2
1N4148
DAR3
1N4148
DLF1
QA130
LF2
FU227
FU2
FU4
FU5
FU6
FU7
FU8
FU9
FU10
FU11
FU12
FU13
FU14
FU15
FU16
FU17
FU18
FU19
FU20
FU21
FU22
FU23
FU24
FU25
FU26
FU27
FU28
FU29
FU30
FU31
FU32
FU33
FU34
FU35
FU36
FU37
FU38
FU39
FU40
FU41
FU42
FU43
FU44
FU45
FU46
FU47
FU48
FU49
FU50
FU51
FU52
FU53
FU54
FU55
FU56
FU57
FU58
FU59
FU60
FU61
FU62
FU63
FU64
FU65
FU66
FU67
FU68
FU69
FU70
FU71
FU72
FU73
FU74
FU75
FU76
FU77
FU78
FU79
FU80
FU81
FU82
FU83
FU84
FU85
FU86
FU87
FU88
FU89
FU90
FU91
FU92
FU93
FU94
FU95
FU96
FU97
FU98
FU99
FU100
FU101
FU102
FU103
FU104
FU105
FU106
FU107
FU108
FU109
FU110
FU111
FU112
FU113
FU114
FU115
FU116
FU117
FU118
FU119
FU120
FU121
FU122
FU123
FU124
FU125
FU126
FU127
FU128
FU129
FU130
FU131
FU132
FU133
FU134
FU135
FU136
FU137
FU138
FU139
FU140
FU141
FU142
FU143
FU144
FU145
FU146
FU147
FU148
FU149
FU150
FU151
FU152
FU153
FU154
FU155
FU156
FU157
FU158
FU159
FU160
FU161
FU162
FU163
FU164
FU165
FU166
FU167
FU168
FU169
FU170
FU171
FU172
FU173
FU174
FU175
FU176
FU177
FU178
FU179
FU180
FU181
FU182
FU183
FU184
FU185
FU186
FU187
FU188
FU189
FU190
FU191
FU192
FU193
FU194
FU195
FU196
FU197
FU198
FU199
FU200
FU201
FU202
FU203
FU204
FU205
FU206
FU207
FU208
FU209
FU210
FU211
FU212
FU213
FU214
FU215
FU216
FU217
FU218
FU219
FU220
FU221
FU222
FU223
FU224
FU225
FU226
FU227
FU228
FU229
FU230
FU231
FU232
FU233
FU234
FU235
FU236
FU237
FU238
FU239
FU240
FU241
FU242
FU243
FU244
FU245
FU246
FU247
FU248
FU249
FU250
FU251
FU252
FU253
FU254
FU255
FU256
FU257
FU258
FU259
FU260
FU261
FU262
FU263
FU264
FU265
FU266
FU267
FU268
FU269
FU270
FU271
FU272
FU273
FU274
FU275
FU276
FU277
FU278
FU279
FU280
FU281
FU282
FU283
FU284
FU285
FU286
FU287
FU288
FU289
FU290
FU291
FU292
FU293
FU294
FU295
FU296
FU297
FU298
FU299
FU300
FU301
FU302
FU303
FU304
FU305
FU306
FU307
FU308
FU309
FU310
FU311
FU312
FU313
FU314
FU315
FU316
FU317
FU318
FU319
FU320
FU321
FU322
FU323
FU324
FU325
FU326
FU327
FU328
FU329
FU330
FU331
FU332
FU333
FU334
FU335
FU336
FU337
FU338
FU339
FU340
FU341
FU342
FU343
FU344
FU345
FU346
FU347
FU348
FU349
FU350
FU351
FU352
FU353
FU354
FU355
FU356
FU357
FU358
FU359
FU360
FU361
FU362
FU363
FU364
FU365
FU366
FU367
FU368
FU369
FU370
FU371
FU372
FU373
FU374
FU375
FU376
FU377
FU378
FU379
FU380
FU381
FU382
FU383
FU384
FU385
FU386
FU387
FU388
FU389
FU390
FU391
FU392
FU393
FU394
FU395
FU396
FU397
FU398
FU399
FU400
FU401
FU402
FU403
FU404
FU405
FU406
FU407
FU408
FU409
FU410
FU411
FU412
FU413
FU414
FU415
FU416
FU417
FU418
FU419
FU420
FU421
FU422
FU423
FU424
FU425
FU426
FU427
FU428
FU429
FU430
FU431
FU432
FU433
FU434
FU435
FU436
FU437
FU438
FU439
FU440
FU441
FU442
FU443
FU444
FU445
FU446
FU447
FU448
FU449
FU450
FU451
FU452
FU453
FU454
FU455
FU456
FU457
FU458
FU459
FU460
FU461
FU462
FU463
FU464
FU465
FU466
FU467
FU468
FU469
FU470
FU471
FU472
FU473
FU474
FU475
FU476
FU477
FU478
FU479
FU480
FU481
FU482
FU483
FU484
FU485
FU486
FU487
FU488
FU489
FU490
FU491
FU492
FU493
FU494
FU495
FU496
FU497
FU498
FU499
FU500
FU501
FU502
FU503
FU504
FU505
FU506
FU507
FU508
FU509
FU510
FU511
FU512
FU513
FU514
FU515
FU516
FU517
FU518
FU519
FU520
FU521
FU522
FU523
FU524
FU525
FU526
FU527
FU528
FU529
FU530
FU531
FU532
FU533
FU534
FU535
FU536
FU537
FU538
FU539
FU540
FU541
FU542
FU543
FU544
FU545
FU546
FU547
FU548
FU549
FU550
FU551
FU552
FU553
FU554
FU555
FU556
FU557
FU558
FU559
FU560
FU561
FU562
FU563
FU564
FU565
FU566
FU567
FU568
FU569
FU570
FU571
FU572
FU573
FU574
FU575
FU576
FU577
FU578
FU579
FU580
FU581
FU582
FU583
FU584
FU585
FU586
FU587
FU588
FU589
FU590
FU591
FU592
FU593
FU594
FU595
FU596
FU597
FU598
FU599
FU600
FU601
FU602
FU603
FU604
FU605
FU606
FU607
FU608
FU609
FU610
FU611
FU612
FU613
FU614
FU615
FU616
FU617
FU618
FU619
FU620
FU621
FU622
FU623
FU624
FU625
FU626
FU627
FU628
FU629
FU630
FU631
FU632
FU633
FU634
FU635
FU636
FU637
FU638
FU639
FU640
FU641
FU642
FU643
FU644
FU645
FU646
FU647
FU648
FU649
FU650
FU651
FU652
FU653
FU654
FU655
FU656
FU657
FU658
FU659
FU660
FU661
FU662
FU663
FU664
FU665
FU666
FU667
FU668
FU669
FU670
FU671
FU672
FU673
FU674
FU675
FU676
FU677
FU678
FU679
FU680
FU681
FU682
FU683
FU684
FU685
FU686
FU687
FU688
FU689
FU690
FU691
FU692
FU693
FU694
FU695
FU696
FU697
FU698
FU699
FU700
FU701
FU702
FU703
FU704
FU705
FU706
FU707
FU708
FU709
FU710
FU711
FU712
FU713
FU714
FU715
FU716
FU717
FU718
FU719
FU720
FU721
FU722
FU723
FU724
FU725
FU726
FU727
FU728
FU729
FU730
FU731
FU732
FU733
FU734
FU735
FU736
FU737
FU738
FU739
FU740
FU741
FU742
FU743
FU744
FU745
FU746
FU747
FU748
FU749
FU750
FU751
FU752
FU753
FU754
FU755
FU756
FU757
FU758
FU759
FU760
FU761
FU762
FU763
FU764
FU765
FU766
FU767
FU768
FU769
FU770
FU771
FU772
FU773
FU774
FU775
FU776
FU777
FU778
FU779
FU780
FU781
FU782
FU783
FU784
FU785
FU786
FU787
FU788
FU789
FU790
FU791
FU792
FU793
FU794
FU795
FU796
FU797
FU798
FU799
FU800
FU801
FU802
FU803
FU804
FU805
FU806
FU807
FU808
FU809
FU810
FU811
FU812
FU813
FU814
FU815
FU816
FU817
FU818
FU819
FU820
FU821
FU822
FU823
FU824
FU825
FU826
FU827
FU828
FU829
FU830
FU831
FU832
FU833
FU834
FU835
FU836
FU837
FU838
FU839
FU840
FU841
FU842
FU843
FU844
FU845
FU846
FU847
FU848
FU849
FU850
FU851
FU852
FU853
FU854
FU855
FU856
FU857
FU858
FU859
FU860
FU861
FU862
FU863
FU864
FU865
FU866
FU867
FU868
FU869
FU870
FU871
FU872
FU873
FU874
FU875
FU876
FU877
FU878
FU879
FU880
FU881
FU882
FU883
FU884
FU885
FU886
FU887
FU888
FU889
FU890
FU891
FU892
FU893
FU894
FU895
FU896
FU897
FU898
FU899
FU900
FU901
FU902
FU903
FU904
FU905
FU906
FU907
FU908
FU909
FU910
FU911
FU912
FU913
FU914
FU915
FU916
FU917
FU918
FU919
FU920
FU921
FU922
FU923
FU924
FU925
FU926
FU927
FU928
FU929
FU930
FU931
FU932
FU933
FU934
FU935
FU936
FU937
FU938
FU939
FU940
FU941
FU942
FU943
FU944
FU945
FU946
FU947
FU948
FU949
FU950
FU951
FU952
FU953
FU954
FU955
FU956
FU957
FU958
FU959
FU960
FU961
FU962
FU963
FU964
FU965
FU966
FU967
FU968
FU969
FU970
FU971
FU972
FU973
FU974
FU975
FU976
FU977
FU978
FU979
FU980
FU981
FU982
FU983
FU984
FU985
FU986
FU987
FU988
FU989
FU990
FU991
FU992
FU993
FU994
FU995
FU996
FU997
FU998
FU999
FU1000

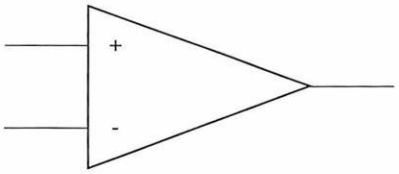
fare
ELETTRONICA

N.B. Per la consulenza tecnica
e le richieste di schemi, telefonare
dalle ore 16.00 alle 18.00
di ogni mercoledì allo 02/6143270

Centro Assistenza
Grioco Nino
20091 BRESSO (MI)
Via Verdi, 7/B - Tel. (02) 61.43.270



Capitolo 19



Amplificatori operazionali e circuiti integrati lineari

Con il progredire della tecnologia elettronica, continuano a diminuire le dimensioni dei circuiti. Molte apparecchiature moderne sarebbero state assurdamente costose e fisicamente troppo ingombranti senza i recenti progressi della miniaturizzazione. Il passaggio dalle valvole ai transistori è stato il primo importante progresso in questa direzione. Ma il vero ed incontestato successo della miniaturizzazione si è avuto con l'invenzione dei circuiti integrati (in gergo abbreviati in IC).

CIRCUITI INTEGRATI

I circuiti integrati sono composti da una serie di lastrine di silicio multistrato (wafer), trattate in maniera speciale per poter simulare una certa quantità di transistori, diodi, resistori e condensatori separati. Un sottile contenitore, più piccolo di una monetina da cinque lire, può sostituire un paio di dozzine di componenti separati. Alcuni tipi di circuiti integrati, spesso chiamati "chip", sono mostrati in Figura 19-1. Sono possibili diversi livelli d'integrazione, a seconda della complessità del circuito simulato dall'integrato. I componenti SSI (integrazione su piccola scala) sono circuiti relativamente semplici che possono sostituire una manciata di componenti discreti. Un integrato SSI permette comunque una notevole riduzione dimensionale dei circuiti e, di solito, anche una diminuzione del costo. I circuiti SSI vengono usati come moduli base in molti sistemi complessi e, fino a qualche tempo fa, erano gli integrati più frequentemente utilizzati. I componenti LSI (integrazione su larga scala) comprendono circuiti interni molto più complessi. Talvolta un unico circuito integrato sostituisce diverse centinaia di componenti discreti. Gli integrati LSI sono progettati per adempiere a specifiche e particolari funzioni e, di norma, non possono essere usati in molte altre applicazioni. Guardando all'interno di un normale calcolatore tascabile, si vedrà un unico grande circuito integrato e pochissimi altri componenti. Praticamente tutti i circuiti elettrici sono contenuti entro quest'unico integrato: ecco un esempio di circuito LSI. Tra questi due estremi (SSI ed LSI) ci sono i componenti MSI (integrazione su media scala). Un integrato MSI è più complesso di un SSI ma meno di un LSI. Gli integrati MSI sono di solito progettati per svolgere alcune specifiche funzioni entro un sistema più ampio. Più recente è lo sviluppo dei circuiti integrati VLSI (integrazione a grandissima scala). Attualmente questi componenti stanno diffondendosi sempre di più nel settore elettronico, ove semplificano in modo estremo la costruzione interna di moltissime apparecchiature. Il primo circuito integrato commerciale apparve nel 1961: il chip conteneva quattro transistori bipolari. Un dispositivo LSI, come la CPU Motorola 68000 (vedi Capitolo 33), può contenere fino a 65000-70000 transistori integrati sullo stesso chip. Gli odierni chip VLSI possono contenere un numero di componenti dell'ordine delle centinaia di migliaia di unità. Questi progressi sono dovuti all'aumentata capacità di controllo produttivo, che permette di ottenere particolari più dettagliati. Gli integrati SSI dei primi anni '70 avevano linee larghe circa 20 micron (1 micron = 1 milionesimo di metro). Gli attuali componenti LSI prevedono linee non più larghe di 3 o 4 micron e, per gli ultimi nati, addirittura di 1 micron. Alcuni progetti VLSI sperimentali prevedono di raggiungere larghezze di linea di 0,5 micron. I circuiti integrati sono forniti in contenitori standardizzati. Alcuni sono racchiusi in involucri circolari di plastica o metallici ed esternamente questi componenti sembrano transistori leggermente sovradimensionati, tranne per il fatto che spesso hanno 10 o 12 terminali invece dei soliti tre. La maggior parte dei moderni circuiti integrati viene comunque fornita in contenitori "Dual In Line" (DIL), da qualcuno definiti "Dual In-line Package" (DIP). Gli integrati mostrati in Figura 19-2

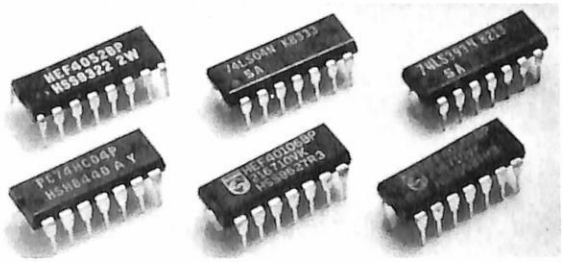


Figura 19-1. Alcuni tipi di circuiti integrati.

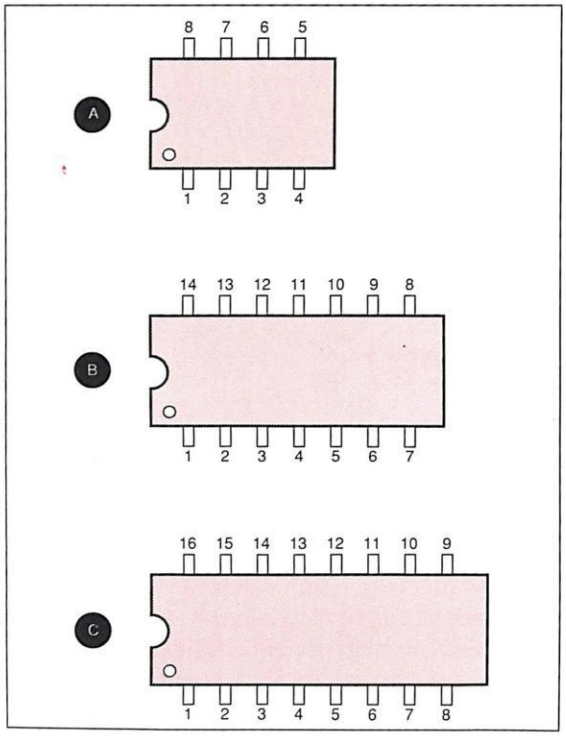


Figura 19-2. Numerazione classica dei piedini nei circuiti integrati: A - contenitore DIL ad 8 piedini; B - contenitore DIL a 14 piedini; C - contenitore DIL a 16 piedini.

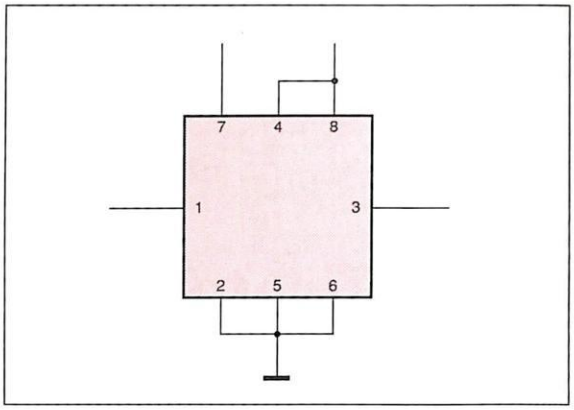


Figura 19-3. Disposizione dei piedini di un circuito integrato per maggiore comodità di disegno dello schema.

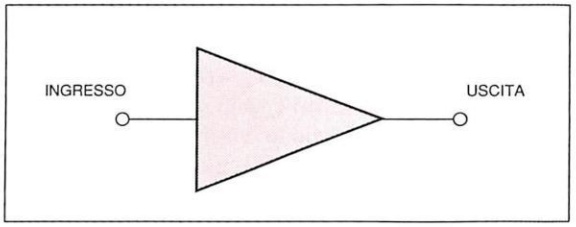


Figura 19-4. Simbolo schematico di un amplificatore.

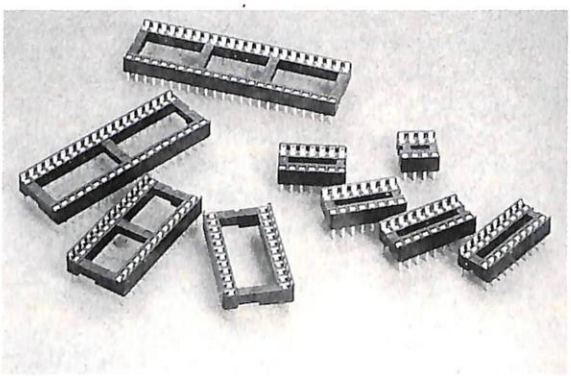


Figura 19-5. Zoccoli per circuiti integrati.

sono in contenitore DIL standard. Questi involucri rettangolari di plastica hanno due file, o linee, parallele di terminali, da cui prendono il nome. I contenitori DIL sono di solito muniti di 8, 14 o 16 piedini: la figura mostra anche la numerazione di questi piedini. Un intaglio od un cerchio, impresso su un'estremità del contenitore, serve ad identificare il piedino numero 1. Alcuni componenti MSI ed LSI possono essere presentati in contenitori DIL da 24, 28, 40 piedini, od anche più. I circuiti integrati sono quasi sempre disegnati negli schemi semplicemente in forma di quadratini. I terminali sono numerati per facilitare l'identificazione ma non devono necessariamente essere disegnati in ordine numerico. Negli schemi, i terminali possono essere disposti in qualsiasi configurazione si dimostri più conveniente ai fini di una maggior chiarezza: vedi Figura 19-3. Alcuni tipi di circuiti integrati hanno speciali simboli schematici che indicano la loro funzione. Per esempio, l'amplificatore riportato in Figura 19-4, è spesso disegnato come un triangolo. Man mano che incontreremo questi casi particolari, li indicheremo. A motivo dei numerosi piedini, tanto vicini l'uno all'altro, la saldatura e la dissaldatura dei circuiti integrati può costituire un problema. Come per tutti i semiconduttori, un'eccessiva quantità di calore potrebbe distruggere il componente: per tale motivo, si raccomanda l'uso di zoccoli ad inserimento del tipo di quelli mostrati in Figura 19-5. In alcuni casi, lo zoccolo risulta più costoso dell'integrato stesso, ma la fatica ed il tempo necessario per la sostituzione di un circuito integrato difettoso dimostrano che gli zoccoli sono una "polizza d'assicurazione" molto redditizia. Ogni giorno vengono sviluppati sempre nuovi circuiti integrati, soprattutto dispositivi MSI ed LSI: andrebbe quindi ben oltre gli scopi di questa opera parlare di tutti i tipi esistenti. Descriveremo pertanto solo i tipi più comuni dei "moduli" fondamentali: per la maggior parte, si tratterà di componenti SSI. Ci sono due grandi categorie di circuiti integrati. In questo capitolo prenderemo in esame i circuiti "lineari" ovvero "analogici", mentre nel prossimo ci occuperemo dei circuiti integrati "digitali". Un circuito analogico risponde ad un segnale d'ingresso con un determinato segnale d'uscita che varia mantenendo una certa proporzione (non necessariamente diretta) nei confronti del segnale d'ingresso. Un amplificatore è l'esempio classico del circuito analogico.
Il segnale d'uscita è infatti una versione ampliata di

quello d'ingresso. Se la relazione tra i segnali d'ingresso e d'uscita è costante (per esempio, un amplificatore potrebbe avere un'ampiezza d'uscita dieci volte maggiore di quella del segnale d'ingresso, indipendentemente dalla frequenza o dalla forma d'onda di quest'ultimo), il circuito o dispositivo viene definito "lineare". Un filtro è un esempio di circuito analogico che non è, rigorosamente parlando, lineare. In pratica però, tutti i circuiti integrati analogici vengono comunemente chiamati circuiti integrati lineari.

AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Il tipo più diffuso di circuito integrato lineare è sicuramente l'"amplificatore operazionale". La Figura 19-6 mostra lo schema semplificato di un tipico amplificatore operazionale, basato su componenti discreti. Nella

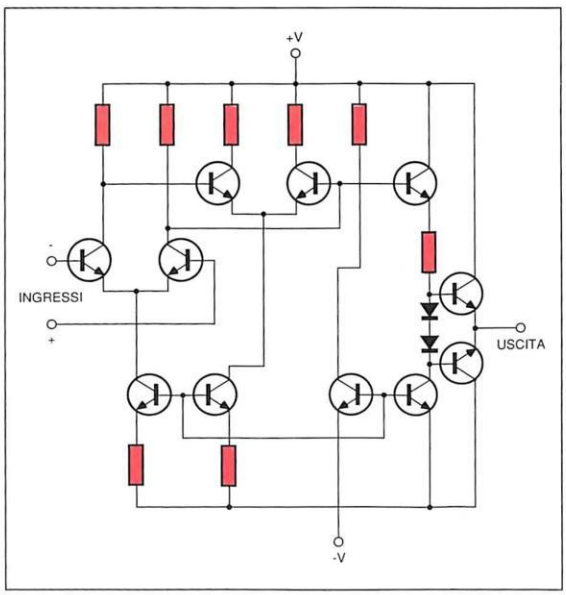


Figura 19-6. Schema elettrico semplificato di un amplificatore operazionale.

pratica, un circuito per amplificatore operazionale richiederebbe componenti molto più numerosi di quelli fondamentali qui mostrati: è ovvio quindi che gli amplificatori operazionali a circuito integrato sono di gran lunga preferibili rispetto a quelli basati su componenti discreti. Sono attualmente sul mercato numerosissimi amplificatori operazionali a circuito integrato. Uno dei più diffusi ed economici è il 741. Talvolta questo numero è preceduto o seguito da alcune lettere chiave che identificano il produttore, il tipo di contenitore, il campo di variazione della temperatura, e così via. Comunque, per la maggior parte delle applicazioni queste lettere possono essere ignorate. Questo circuito integrato è disponibile in molte e diverse configurazioni del contenitore, ma hanno la predominanza i contenitori DIP ad 8 o 14 piedini, la cui "zoccolatura" è riportata nelle Figure 19-7 e 19-8. Le principali caratte-

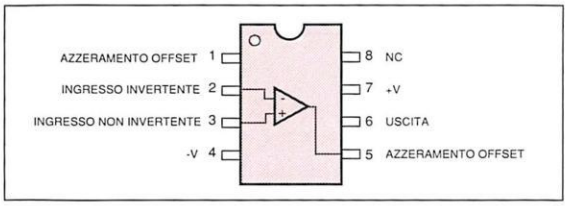


Figura 19-7. Piedinatura di un amplificatore operazionale 741 in contenitore DIL ad 8 piedini.

ristiche tecniche del 741 sono elencate nella Tabella 19-1. Il simbolo schematico di un amplificatore operazionale standard è mostrato in Figura 19-9. Facciamo notare che sono previsti ingressi per due tensioni di a-

Guadagno massimo	200000
Tensione offset d'ingresso	1 mV
Corrente offset d'ingresso	20 nA
Corrente di polarizzazione d'ingresso	80 nA
Resistenza d'uscita	75 Ω
Reiezione di modo comune	90 dB
Velocita' (slew rate)	0,5 V/µs
Caratteristiche con tensione di alimentazione di +/- 15 V	

Tabella 19-1. Caratteristiche tecniche di un amplificatore operazionale 741.

limentazione, +V e -V. Queste tensioni devono essere uguali, ma di polarità opposta nei confronti della massa (vedi Figura 19-10). Negli schemi elettrici vengono spesso omessi i collegamenti all'alimentazione perché, come avviene per il circuito di filamento di una valvola, essi sono automaticamente desumibili dalla presenza del circuito integrato. Ricordate quindi che, per po-

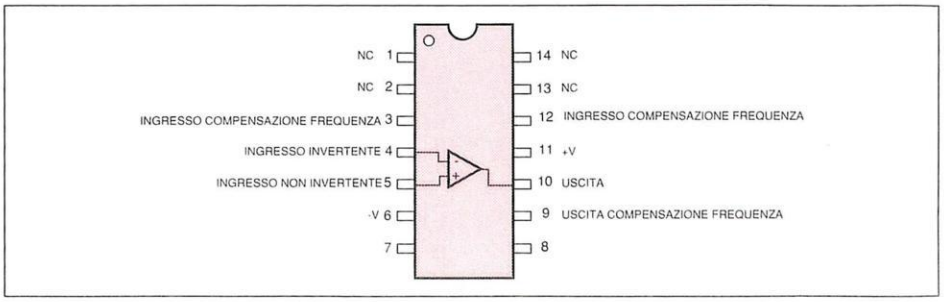


Figura 19-8. Piedinatura di un 741 in contenitore DIL a 14 piedini.

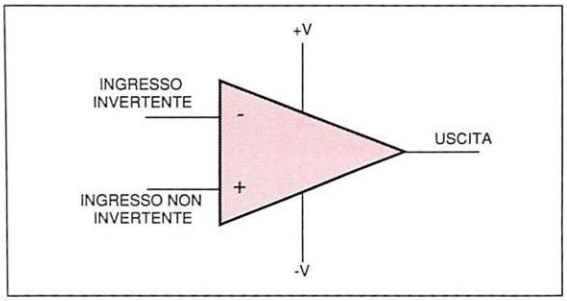


Figura 19-9. Simbolo schematico di un amplificatore operazionale.

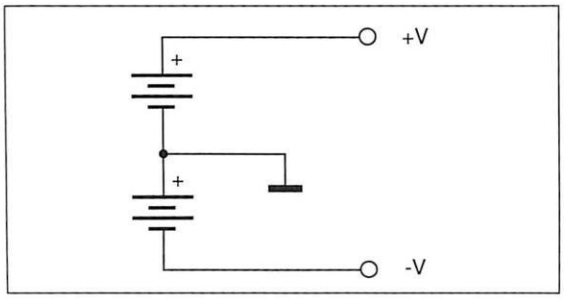


Figura 19-10. Alimentatore a due polarità.

ter funzionare, qualsiasi chip deve avere i corretti collegamenti all'alimentazione. Tornando al simbolo schematico di Figura 19-9), osservate che in un amplificatore operazionale ci sono due ingressi. Uno è contrassegnato con un segno "+" ed è chiamato "ingresso non invertente": applicando il segnale d'ingresso a tale terminale, il segnale d'uscita sarà in fase con esso. L'altro ingresso è identificato con un segno "-" ed è chiamato "ingresso invertente": applicando qui il segnale d'ingresso, il segnale d'uscita risulterà sfasato di 180° rispetto ad esso, in altre parole, il segnale viene invertito. Le applicazioni di questo dispositivo fondamentale sono pressoché innumerevoli, certamente troppe per poter essere tutte approfondite in questa sede. Prenderemo in considerazione soltanto qualcuna delle molte possibili applicazioni di un amplificatore operazionale; le due più semplici riguardano naturalmente gli amplificatori invertenti e quelli non invertenti.

Amplificatori invertenti

La Figura 19-11 mostra il circuito classico di un amplificatore invertente. L'uscita è sfasata di 180° rispetto all'ingresso. Quando il segnale d'ingresso aumenta (diventa cioè più positivo), la tensione d'uscita diminuisce (diventa cioè più negativa), e viceversa. R2 riporta all'ingresso parte del segnale d'uscita. Poiché l'uscita è sfasata di 180° rispetto all'ingresso, questo segnale riportato indietro verrà sottratto dal segnale d'ingresso applicato all'amplificatore operazionale stesso, riducendo il guadagno effettivo dell'amplificatore.

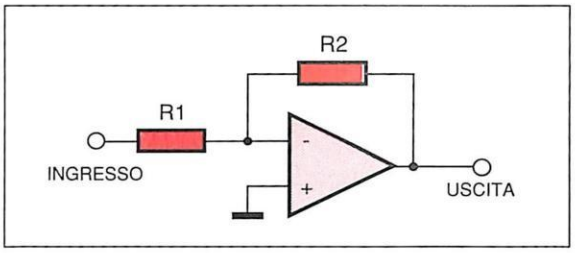


Figura 19-11. Circuito amplificatore invertente.

Vediamo in breve per quale motivo è necessario questo provvedimento. L'utilizzo del segnale d'uscita per attenuare parzialmente quello d'ingresso, è chiamato "controreazione". Il guadagno G prodotto dall'amplificatore è determinato dal rapporto tra R1 ed R2. La formula è:

$$G = -(R2 / R1) \qquad \text{Equazione 19-1}$$

Il segno negativo è semplicemente l'indicazione matematica del fatto che il segnale viene invertito dal circuito. Supponiamo che R1 abbia un valore di 10 kΩ. Se R2 vale 100 kΩ, il guadagno sarà uguale a -(100000 / 10000), ovvero -10. Se il valore di R2 viene aumentato ad 1 MΩ (1000000 di Ω), il guadagno aumenterà a -(1000000 / 10000), ovvero -100. E se il valore di R2 viene aumentato all'infinito? Cioè se il percorso di retroazione viene totalmente eliminato? Il guadagno teorico sarebbe - (∞/ 10000, o più semplicemente un guadagno infinito. ("∞" è il simbolo utilizzato per rappresentare una quantità infinita). Nei circuiti reali, il guadagno infinito è impossibile. Il limite superiore del guadagno è determinato dalle caratteristiche interne dell'amplificatore operazionale stesso. Il guadagno massimo viene fornito nel foglio dati di ogni circuito integrato. Per il 741, il guadagno massimo potrà arrivare a 200000, ma non vi troverete quasi mai in condizione di utilizzare questa spropositata grandezza. In assenza del circuito di retroazione, un amplificatore operazionale invertente amplificherà teoricamente un segnale di 1 millivolt (0,001 V) fino a -200000 millivolt (ossia -200 V) all'uscita. L'uscita di un amplificatore operazionale (o di qualsiasi amplificatore, a questo riguardo) è sempre limitata dalla tensione dell'alimentatore. Se il segnale d'ingresso è superiore al valore che produrrebbe un livello d'uscita uguale alla tensione d'alimentazione, non ci saranno più ulteriori cambiamenti all'uscita. Si dice, in questo caso, che l'amplificatore è "saturato". Ecco perché nei circuiti pratici deve essere usato il circuito di retroazione. Un'altra condizione molto particolare ha luogo quando R1 ed R2 hanno valore uguale. Per esempio, se entrambi sono da 10 kΩ, il guadagno sarà -(10000 / 10000), ossia semplicemente -1. In altre parole, l'uscita sarà uguale all'ingresso, tranne naturalmente per l'inversione di fase. Questo amplificatore è chiamato "a guadagno unitario". Un circuito amplificatore a guadagno unitario è chiamato

anche "inseguitore di tensione" perché la tensione del segnale d'uscita ha forma ed ampiezza uguali a quelle del segnale d'ingresso. Questa disposizione potrebbe anche sembrare non molto utile, ma talvolta può diventare molto pratica per adattamenti d'impedenza o l'amplificazioni di corrente (buffering). Un "amplificatore buffer" evita che un successivo circuito possa "caricare" (cioè causare un eccessivo assorbimento di corrente) la sorgente del segnale. In altre parole, i diversi circuiti parziali che formano un sistema possono essere disaccoppiati l'uno dall'altro con un amplificatore buffer. Inoltre, a volte è necessaria l'inversione di fase ma non è desiderabile un'ulteriore amplificazione. In tali casi, l'amplificatore invertente a guadagno unitario sarà la soluzione più opportuna e naturale. Nella realtà, l'inseguitore di tensione è un circuito davvero molto utile ed usato di frequente. Rendendo il valore di R2 minore di quello di R1 si otterrà un guadagno minore dell'unità ed il livello d'uscita sarà inferiore di quello d'ingresso. Per esempio, se R1 è stato lasciato a 10 kΩ ed R2 ridotto a 3 kΩ, il guadagno sarà -(3000 / 10000), ossia -0,3: una situazione che ben di rado si rivela utile. In realtà, riducendo a zero R2, si può costruire un amplificatore privo totalmente d'uscita (G = -(0 / 10000) = 0. Uscita = ingresso x G = ingresso x 0 = 0). Dubitiamo fortemente che qualcuno possa un giorno trovare un utilizzo pratico per questa configurazione.

Amplificatore non invertente

La Figura 19-12 mostra il relativo circuito che è analogo al precedente, tranne per il fatto che viene utilizzato l'ingresso non invertente al posto di quello inverten-

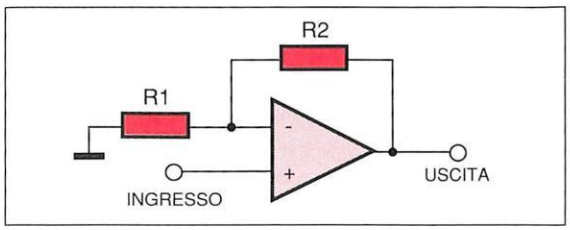


Figura 19-12. Circuito amplificatore non invertente.

te. La retroazione però è ancora applicata all'ingresso invertente, ma l'uscita sarà in fase con l'ingresso: questo circuito viene pertanto chiamato "amplificatore non invertente". Perché la retroazione viene applicata all'ingresso invertente invece che a quello non invertente? Per trovare la risposta a questa domanda supponiamo di avere un guadagno di tensione di 200000, senza circuito di controreazione, cioè ad anello aperto. Ignorando i problemi pratici descritti nel precedente paragrafo, una tensione d'ingresso c.c. di 1 millivolt produrrebbe una tensione d'uscita c.c. di 200 V. Ora, se aggiungiamo un resistore di retroazione per riportare parte del segnale d'uscita all'ingresso non invertente, in modo da effettuare un altro passaggio attraverso l'amplificatore (vedi Figura 19-13), che cosa succederà? Supponiamo che il valore del resistore di retroazione causi una caduta di 195 V e quindi vengano riportati al-

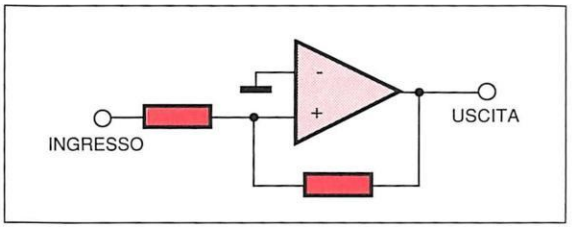


Figura 19-13. Schema di principio di un amplificatore non invertente con retroazione.

l'ingresso soltanto 5 V. Ci sono dunque ora due tensioni applicate all'ingresso dell'amplificatore operazionale: il valore originale di 1 millivolt (0,001 V) ed i 5 V del segnale di retroazione (naturalmente questo è un segnale di retroazione molto elevato, scelto per rendere più evidenti gli effetti). In altre parole, il segnale d'ingresso efficace è ora di 5,001 V. Questo valore viene amplificato in ragione dell'intero guadagno dell'amplificatore operazionale, cioè 200000. Il valore del segnale d'uscita salta immediatamente ad 1000200 V ed una parte è riportata ancora indietro per un'ulteriore amplificazione. Ovviamente, il livello d'uscita continuerebbe a salire molto rapidamente verso l'infinito. Il segnale di retroazione deve essere sfasato rispetto al segnale originale d'ingresso, in modo da sottrarre parte del valore del segnale d'ingresso e ridurre il guadagno effettivo. Si potrà ottenere questo risultato solamente inviando il segnale di retroazione all'ingresso invertente dell'amplificatore operazionale. Se, per esempio, il segnale originale produce da solo un'uscita di 10 V e la retroazione (in questo caso controreazione) produce da sola un'uscita di 2 V, questi due valori si sottrarranno perché sfasati di 180° l'uno rispetto all'altro. La tensione efficace totale sarà di 8 V, in fase col segnale d'ingresso originale. Naturalmente, potrete soltanto misurare la tensione d'uscita efficace totale in quanto non c'è modo di misurare separatamente il risultato del segnale d'ingresso con quello di controreazione. Facciamo notare che la maggior parte della tensione di controreazione si manifesta per la caduta su R2 ed è riferita a massa tramite R1. Naturalmente nei circuiti pratici il segnale di controreazione (reazione negativa) deve avere un'ampiezza minore del segnale d'ingresso che vogliamo amplificare. In tutti gli altri aspetti, il circuito amplificatore non invertente funziona in maniera uguale all'amplificatore invertente. Anche la formula per determinare il guadagno del circuito rimane la stessa:

$$G = R2 / R1 \qquad \text{Equazione 19-2}$$

La sola differenza è l'assenza del segno negativo, per il fatto che non c'è inversione di fase.

Integrazione

Cosa succede se i componenti inseriti nel circuito di retroazione sono diversi da un semplice resistore? Se, nello schema base di un amplificatore invertente, R2 viene sostituito con un condensatore, come mostrato in Figura 19-14, si ottiene un circuito chiamato "integratore". Vediamo come funziona. E ovvio che il guadagno deve variare con la frequenza, perché la reattanza del condensatore dipende appunto dalla frequenza. Per esempio, supponiamo che R1 abbia un valore di 10 kΩ e C sia da 10 nF (1 x 10^{-8} farad). Per qualsiasi particolare frequenza, il guadagno sarà determinato dalla formula:

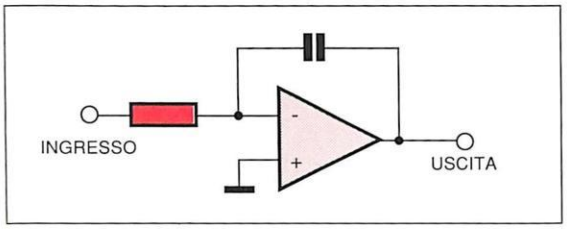


Figura 19-14. Circuito integratore.

$$G = -(Xc / R1) \qquad \text{Equazione 19-3}$$

Poiché sappiamo che $Xc = 1 / (2\pi FC)$, possiamo riscrivere la formula come:

$$G = (-1 / 2\pi FC) \times (1 / R1) \qquad \text{Equazione 19-4}$$

Ciò significa che, per il nostro circuito campione, il guadagno sarà uguale a $(-1 / (6{,}28 \times F \times 1 \times 10^{-8})) \times 1 / 10000 = -1 / (6{,}28 \times 10^{-8}) \times 1 / F \times 0{,}001 = -1592{,}3567 \times 1 / F$, ossia circa -1600 / F. Utilizzando questa formula constateremo che, se viene applicato un segnale da 60 Hz a questo circuito, il guadagno sarà -1600 / 60, ovvero circa -27. Analogamente, se la frequenza d'ingresso è pari a 500 Hz il guadagno diverrà pari a -1600 / 500, ovvero a circa -3,2. Con una frequenza di 2000 Hz, il guadagno scende a -1600 / 2000, ovvero a circa -0,8. Come potete osservare, a questa frequenza (ed anche a frequenze maggiori) il valore dell'uscita è inferiore a quello dell'ingresso. Con l'aumentare della frequenza applicata, la reattanza del condensatore nel circuito di retroazione diminuisce, attenuando sempre di più il segnale d'ingresso man mano che le frequenze diventano più alte. Nella Figura 19-15, il diagramma che mostra la risposta in frequenza di un circuito integratore. Osservate che rassomiglia molto al grafico di risposta in frequenza di un semplice filtro passa-basso. In realtà, l'integratore è un filtro passa-basso "attivo". Il termine "attivo" usato in questo contesto significa che il circuito amplifica invece di limitarsi ad attenuare. Un semplice filtro RC sottrarrà una parte del segnale a tutte la frequenze (lavorerà quindi in perdita). Un filtro attivo amplificherà le frequenze desiderate ed attenuerà quelle meno desiderate, con il risultato di conferire una pendenza più ripida ai limiti della banda. Si ricava dal grafico che la pendenza di questo filtro attivo è più ripida di quella del semplice filtro passivo descritto in precedenza. Questo filtraggio passa-basso viene spesso chiamato integrazione; i due termini sono di solito intercambiabili.

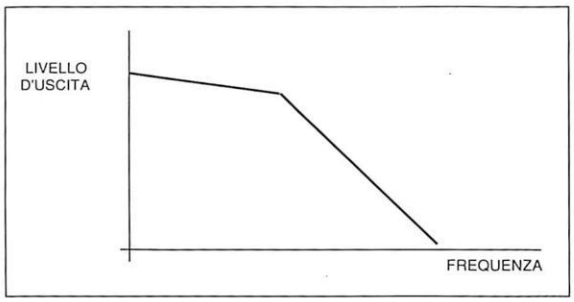


Figura 19-15. Grafico della risposta in frequenza di un integratore.

Differenziatore

Il fenomeno opposto all'integrazione è chiamato differenziazione. In un circuito differenziatore, come quello mostrato in Figura 19-16, R1 viene sostituito da un condensatore, mentre R2 svolge il suo normale compito. Ciò significa che l'equazione per determinare il guadagno diventa:

$$G = -(R2 / Xc) \qquad \text{Equazione 19-5}$$

e può essere riscritta algebricamente come:

$$G = -2\pi FCR2 \qquad \text{Equazione 19-6}$$

Con il condensatore nella linea d'ingresso, le basse frequenze vengono bloccate prima di avere la possibilità di raggiungere l'amplificatore operazionale, mentre le frequenze più elevate vengono lasciate passare ed amplificate come in un normale amplificatore invertente. Supponiamo che R2 abbia un valore di 10 kΩ e C di 10 nF (1 x 10^{-8} farad). Inserendo questi valori nell'equazione troveremo che $G = -6{,}28 \times F \times 1 \times 10^{-8} \times 10000 = 0{,}00628 \times F$. Ciò significa che il guadagno per un segnale d'ingresso a frequenza di 60 Hz sarà pari a -

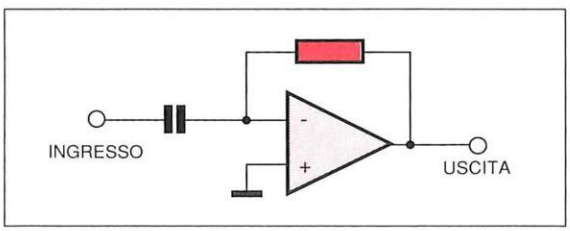


Figura 19-16. Circuito differenziatore.

0,00628 x 60, ovvero circa -0,4; a 60 Hz avremo un guadagno inferiore all'unità. Se la frequenza d'uscita viene aumentata a 500 Hz, il guadagno diventa -0,00628 x 500, ossia appena maggiore di -3. Aumentando la frequenza d'ingresso a 2000 Hz, il guadagno aumenterà a -0,00628 x 2000, equivalente a circa -13. Naturalmente, un differenziatore è in pratica un filtro passa-alto attivo.

Amplificatore differenziale

Se a ciascuno degli ingressi di un amplificatore operazionale vengono applicati segnali a diverso livello, l'uscita sarà uguale alla differenza tra i segnali d'ingresso. Il circuito mostrato in Figura 19-17 è un tipico "amplificatore differenziale". Supponiamo che all'ingresso

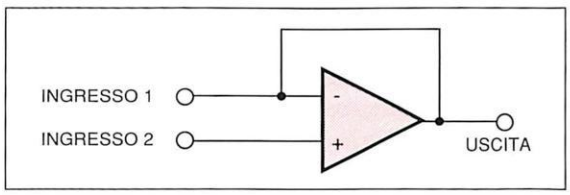


Figura 19-17. Circuito amplificatore differenziale.

invertente siano applicati 5 mV c.c. (0,005 V) e che all'ingresso non invertente siano applicati 8 mV c.c. (0,008 V). Come sarà l'uscita? Innanzitutto, senza tener conto dell'ingresso non invertente, l'uscita dal solo ingresso invertente sarà -5 mV (-0,005 V). Analogamente, non considerando l'ingresso invertente, l'uscita fornita dal solo ingresso non invertente sarà +8 mV (0,008 V). Combinando questi due segnali d'uscita, avremo +8 mV e -5 mV, ovvero un totale efficace di +3 mV: cioè la differenza tra i due segnali d'ingresso. E anche possibile costruire un amplificatore differenziale che abbia un guadagno, anche se la cosa non avviene molto spesso. Se l'amplificatore differenziale avesse un guadagno di 5, con gli stessi ingressi di 5 mV (invertente) ed 8 mV (non invertente), l'uscita sarebbe di + 15 mV (0,015 V). Le applicazioni di un amplificatore operazionale sono innumerevoli. Non c'è dubbio che si tratti del più versatile tipo di circuito integrato attualmente disponibile.

Altri amplificatori operazionali

Il 741 non è il solo tipo di amplificatore operazionale integrato, anche se resta comunque il più diffuso (vedi Tabella 19-1). Altri circuiti integrati normalmente utilizzati come amplificatori operazionali sono il 709 (vedi Figura 19-18 e Tabella 19-2) ed il 748 (vedi

Guadagno massimo	45000
Tensione offset d'ingresso	1 mV
Corrente offset d'ingresso	50 nA
Corrente di polarizzazione d'ingresso	200 nA
Resistenza d'uscita	150 Ω
Reiezione di modo comune	90 dB
Velocita' (slew rate)	0,25 V/µs
Caratteristiche con tensione di alimentazione di +/- 15 V	

Tabella 19-2. Caratteristiche tecniche di un 709.

Figura 19-19 e Tabella 19-3) che funzionano in modo analogo al 741, ma con caratteristiche leggermente diverse. Un altro circuito integrato molto conosciuto è il

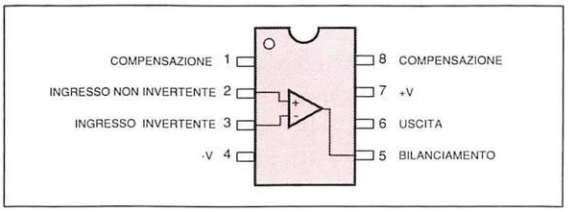


Figura 19-19. Zoccolatura di un amplificatore operazionale 748.

Guadagno massimo	200000
Tensione offset d'ingresso	1 mV
Corrente offset d'ingresso	40 nA
Corrente di polarizzazione d'ingresso	120 nA
Resistenza d'uscita	75 Ω
Reiezione di modo comune	90 dB
Velocita' (slew rate)	0,5 V/µs
Caratteristiche con tensione di alimentazione di +/- 15 V	

Tabella 19-3. Caratteristiche tecniche di un 748.

747 mostrato in Figura 19-20, che comprende due amplificatori operazionali 741 completi, inseriti in un u-

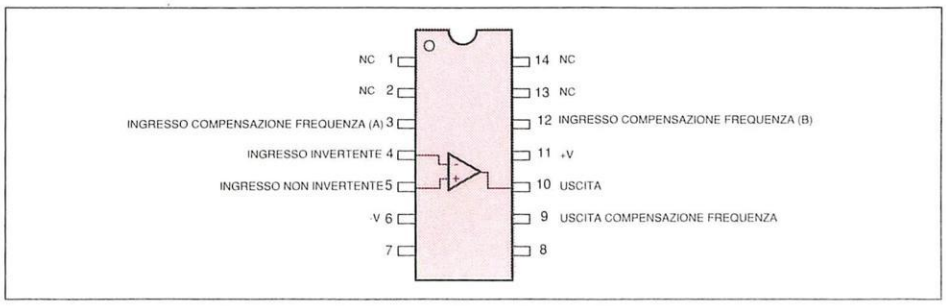


Figura 19-18. Piedinatura di un amplificatore operazionale 709.

nico contenitore DIL a 14 piedini. Facciamo notare che il terminale di alimentazione della tensione negativa (piedino 4) è condiviso da entrambi gli amplificatori operazionali, ognuno dei quali ha invece un terminale d'alimentazione positiva separato (piedini 9 e 13).

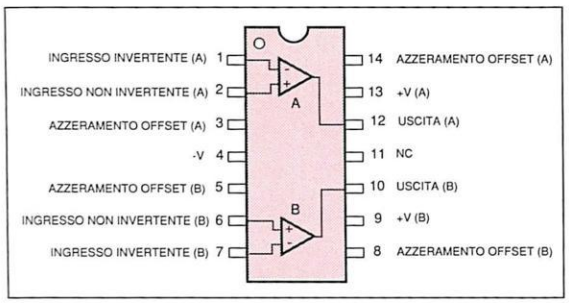


Figura 19-20. Piedinatura di un doppio amplificatore operazionale 747.

Deve essere applicata la corretta tensione al giusto piedino perché ognuno dei due amplificatori operazionali possa funzionare come previsto dal progettista. L'integrato 324 di Figura 19-21, fa ancora un passo avanti. E formato da quattro amplificatori operazionali tipo 741 in un unico contenitore. Oltre a consentire un notevole risparmio di tempo e danaro, richiede un'alimentazione unica. La maggior parte degli amplificatori operazionali richiede invece un tensione negativa ed una positiva rispetto a massa.

tico è mostrato in Figura 19-22. Mentre di norma gli amplificatori operazionali amplificano la differenza tra le tensioni applicate ai loro ingressi invertente e non

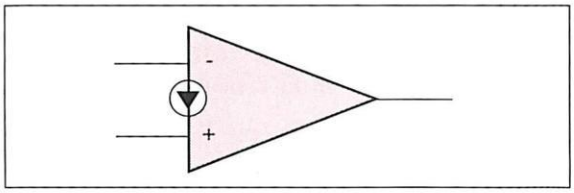


Figura 19-22. Simbolo schematico di un amplificatore Norton.

invertente, l'amplificatore Norton amplifica la differenza tra le correnti ad essi applicate. Talvolta questo dispositivo viene anche chiamato "specchio di corrente".

L'amplificatore Norton viene usato nella maggior parte delle applicazioni per amplificatori operazionali con poche (o nessuna) modifiche agli schemi di base, ma necessita di una tensione d'alimentazione a singola polarità.

Inoltre, ha un'impedenza d'ingresso lievemente più bassa ed un'impedenza d'uscita molto più elevata rispetto al normale amplificatore operazionale, cosa che potrebbe essere più o meno desiderabile a seconda delle specifiche applicazioni. Il più comune amplificatore Norton integrato è l'LM 3900, che raggruppa quat-

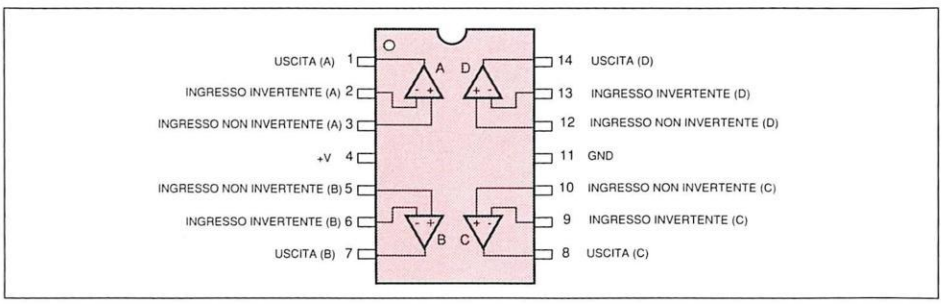


Figura 19-21. Piedinatura di un amplificatore operazionale quadruplo 324.

Amplificatore Norton

Molto simile agli amplificatori operazionali finora descritti è l'amplificatore Norton, il cui simbolo schematro amplificatori Norton separati in un unico contenitore. Lo schema della piedinatura dell'LM 3900 è illustrato in Figura 19-23 e le caratteristiche tecniche sono elencate in Tabella 19-4.

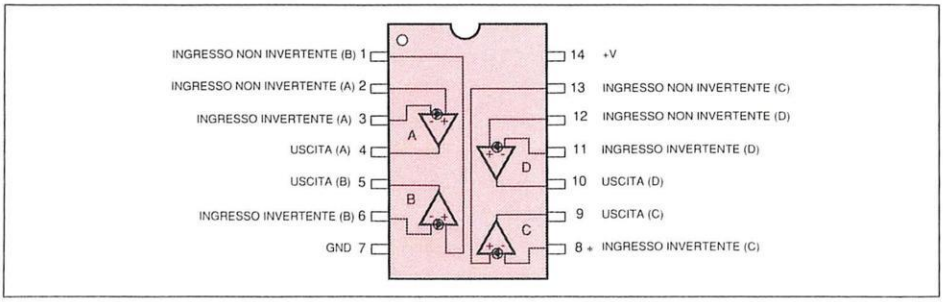


Figura 19-23. Piedinatura di un amplificatore Norton quadruplo 3900.

Corrente di polarizzazione d'ingresso	30 nA
Resistenza d'uscita	8 kΩ
Resistenza d'ingresso	1 MΩ
Velocita' (slew rate)	0,5 V/µs
Caratteristiche con tensione di alimentazione di +/- 15 V	

Tabella 19-4. Caratteristiche tecniche di un 3900 A.

ALTRI CIRCUITI INTEGRATI ANALOGICI

Anche se gli amplificatori operazionali sono certamente i più comuni circuiti integrati analogici, ce ne sono moltissimi altri. In pratica, qualsiasi circuito può essere miniaturizzato su un chip. Altri dispositivi su circuito integrato molto diffusi sono gli oscillatori (che verranno trattati in un successivo capitolo), gli amplificatori ad audiofrequenza e radiofrequenza (anch'essi descritti in un successivo capitolo), i regolatori di tensione (che mantengono costante la tensione d'uscita indipendentemente dalle fluttuazioni della corrente assorbita dal carico o della tensione applicata all'ingresso; questi componenti verranno descritti nel capitolo riguardante gli alimentatori) ed i comparatori di tensione (la cui uscita indica se la tensione d'ingresso è maggiore, minore od uguale ad una tensione di riferimento). Ce ne sono poi ovviamente anche molti e molti altri. Sarebbe impossibile elencare tutti i diversi circuiti disponibili in forma integrata, e descriverli in modo dettagliato. Daremo soltanto un'occhiata ad un paio di esempi caratteristici.

Circuito integrato generatore di funzioni XR-2206

Molte apparecchiature necessitano di un qualche tipo di stadio oscillatore o generatore di forme d'onda (vedi Capitolo 27). Un generatore di funzioni (un circuito capace di produrre due o più forme d'onda standard) può anche essere usato dai tecnici per provare molti amplificatori ed altre apparecchiature elettroniche. L'XR-2206 è uno stadio generatore di funzioni a circuito integrato. Sono necessari soltanto pochi resistori e condensatori esterni per generare onde sinusoidali, triangolari, impulsive, rettangolari ed a denti di sega (o rampe). Un unico circuito può generare due o più forme d'onda simultanee, oppure selezionabili mediante commutatore. Le Figure da 19-24 a 19-27 mostrano i circuiti in cui è possibile montare il generatore di funzioni XR-2206. In Figura 19-24 si vede un oscillatore ad onda sinusoidale. Il condensatore C predispone la banda di frequenza, mentre il potenziometro R1 determina l'effettiva frequenza d'uscita. Le bande di frequenza per diversi valori di C sono elencate in Tabella 19-5. Il circuito illustrato in Figura 19-25 genererà invece onde triangolari; osservate quanto è simile all'oscillatore sinusoidale della Figura 19-24: la sola differenza sta nella mancanza del resistore da 220 Ω tra i

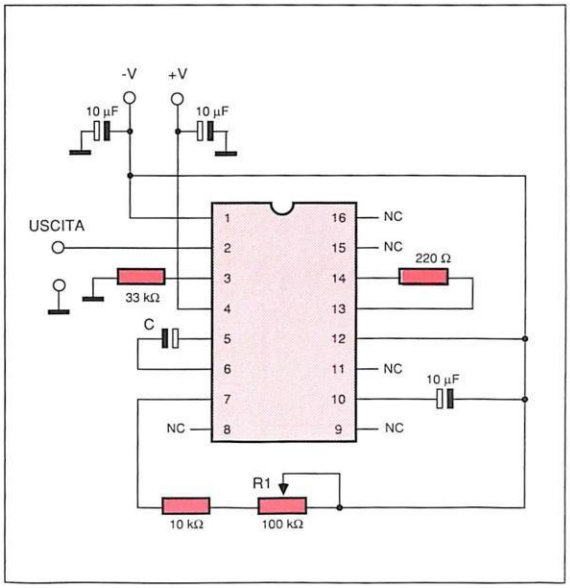


Figura 19-24. Circuito che utilizza un generatore di funzioni XR-2206 per produrre onde sinusoidali.

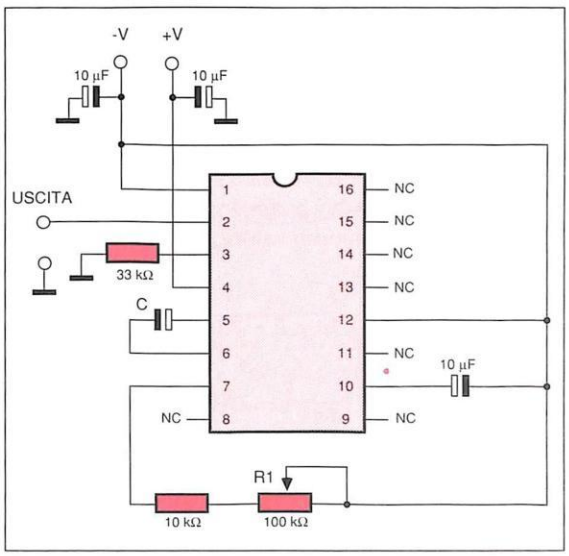


Figura 19-25. Circuito che utilizza un generatore di funzioni XR-2206 per produrre onde triangolari.

piedini 13 e 14 che, per il generatore di onde triangolari, vengono lasciati scollegati. Un'ulteriore modifica dello stesso circuito è mostrata in Figura 19-26: l'uscita consiste in onde rettangolari. Osservate che questa volta l'uscita viene prelevata dal piedino 11 e da V-, invece che dal piedino 1 e da massa. Tutti e tre questi circuiti hanno la frequenza determinata nel medesimo modo. Le bande di frequenza vengono definite dal valore di C (vedi Tabella 19-5) e sono valide per tutti e tre i circuiti. Un circuito generatore un pò diverso è mostrato in Figura 19-27: l'uscita è costituita da onde a denti di sega oppure a rampa, la cui frequenza è determinata dal valore dei cinque componenti passivi (il condensatore C e i resistori R1...R4). Due potenziome-

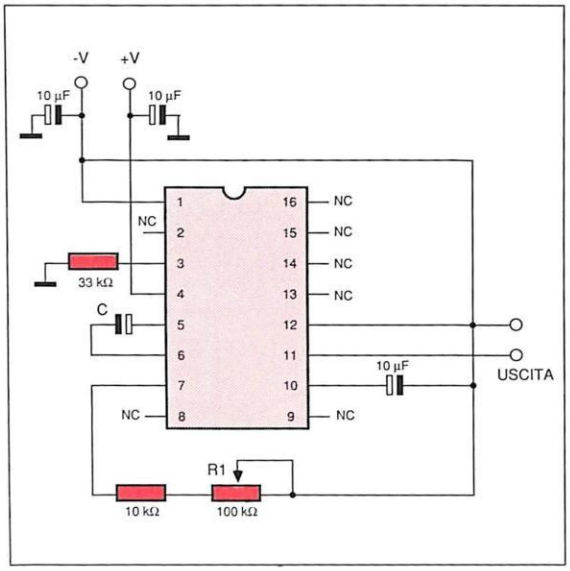


Figura 19-26. Oscillatore ad onda rettangolare basato su un generatore di funzioni XR-2206.

tri permettono di ottenere la sintonia fine della frequenza d'uscita e della forma d'onda. La frequenza d'uscita può essere ricavata dalla seguente formula:

$$F = \frac{2}{C} \quad \frac{1}{R1 + R2 + R3 + R4} = \frac{2}{C} \quad \frac{1}{R2 + R4 + 2000}$$

Supponiamo che, per C, sia stato usato un condensatore da 1 µF. Se entrambi i potenziometri (R2 ed R4) sono regolati al loro minimo valore, la frequenza d'uscita sarà uguale a:

$$F = \frac{2}{0.000001}\left(\frac{1}{0 + 0 + 2000}\right)$$

$$= 2000000\left(\frac{1}{2000}\right) = 2000000 \times 0.0005$$

$$= 1000 \text{ Hz}$$

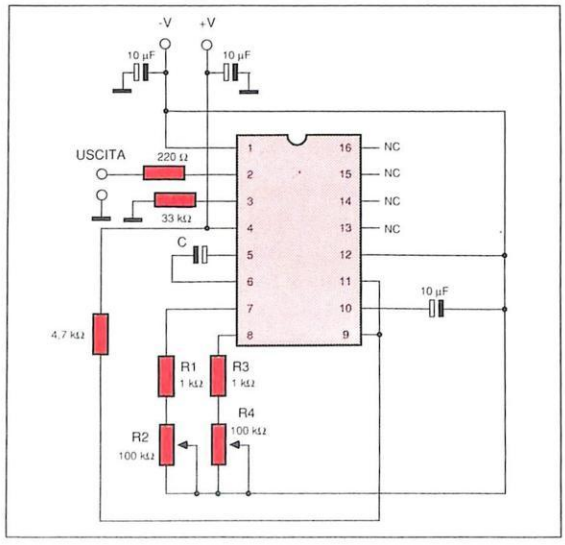


Figura 19-27. Circuito che utilizza un generatore di funzioni XR-2206 per produrre onde a denti di sega.

C	F (minima)	F (massima)
1 µF	10 Hz	100 Hz
100 nF	100 Hz	1000 Hz
10 nF	1000 Hz	10000 Hz
1 nF	10000 Hz	100000 Hz

Tabella 19-5. Valori dei componenti per le diverse bande di frequenza dei circuiti con oscillatore XR-2206 mostrati nelle figure da 19-24 a 19-26.

Ruotando entrambi i potenziometri fino alla loro massima posizione, la frequenza d'uscita diminuirà fino a:

$$F = \frac{2}{0.000001}\left(\frac{1}{100000 + 100000 + 2000}\right)$$

$$= 2000000\left(\frac{1}{202000}\right) = 2000000 \times 0.000005$$

$$= 10 \text{ Hz}$$

Per ogni valore di C, questo circuito ha bande d'uscita più ampie rispetto ai circuiti delle Figure da 19-24 a 19-26.

Le bande d'uscita per questo generatore di rampa sono riassunte nella Tabella 19-6. Singoli circuiti di questo tipo, possono essere riuniti a formare un generatore di

C	F (minima)	F (massima)
1 µF	10 Hz	1000 Hz
100 nF	100 Hz	10000 Hz
10 nF	1000 Hz	100000 Hz
1 nF	10000 Hz	1000000 Hz

Tabella 19-6. Valori dei componenti per le diverse bande di frequenza del circuito oscillatore a denti di sega mostrato in figura 19-27.

forme d'onda multiplo. Disponendo opportunamente uno o più commutatori, si potranno apportare la necessarie modifiche al circuito, in modo da consentire all'operatore di selezionare le diverse forme d'onda d'uscita a sua disposizione.

L'XR-2206 può essere anche collegato come "oscillatore controllato in tensione" (VCO), in cui la frequenza d'uscita è determinata da una tensione di controllo applicata esternamente. Sono anche possibili numerose altre applicazioni, ma non vi è purtroppo spazio per parlarne in questa sede.

Moltiplicatore operazionale XR-2208

Un altro tipo di circuito integrato analogico è il moltiplicatore operazionale, che assomiglia molto agli amplificatori operazionali prima esaminati. Il moltiplicatore operazionale XR-2208 è formato da un moltiplicatore/modulatore a quattro quadranti, un amplificatore buffer ad alta frequenza ed un amplificatore operazionale, tutti racchiusi in un unico contenitore.

1. Qual'è il tipo di circuito integrato meno complesso?
A. *SSI*
B. *MSI*
C. *LSI*
D. *CPU*
E. Nessuno di questi

2. Quale termine è sinonimo di "lineare"?
A. *Integrazione*
B. *Digitale*
C. *Analogico*
D. *DI*
l E. Nessuno di questi

3. Quale, fra i seguenti, è l'ingresso di un amplificatore operazionale capace di invertire di 180° un segnale?
A. *Invertente*
B. *Non invertente*
C. *Analogico*
D. *Digitale*
E. *Nessuno di questi.*

4. Qual'è il guadagno di un circuito amplificatore invertente, quando R1 = 2,2 kΩ e R2 = 18 kΩ?
A. *8,2*
B. *-0,12*
C. *1,2*
D. *-8,2*
E. *Nessuno di questi.*

5. Supponendo che il guadagno sia 1, quale sarà il livello d'uscita di un amplificatore operazionale quando all'ingresso invertente vengono applicati 0,27 V e all'ingresso non invertente - 0,33 V?
A. *0,06 V*
B. *-0,60 V*
C. *-0,06 V*
D. *0,60 V*
E. *Nessuno di questi.*

6. Quale dei seguenti NON è un amplificatore operazionale integrato?
A. *741*
B. *555*
C. *709*
D. *748*
E. *Nessuno di questi.*

7. Quanti amplificatori operazionali sono contenuti in un circuito integrato 324?
A. *Uno*
B. *Due*
C. *Tre*
D. *Quattro*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta*

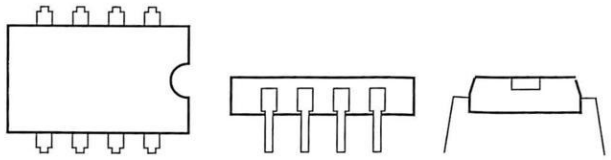
8. Quale nome si dà ad un amplificatore operazionale integrato che utilizza l'ingresso invertente, con un resistore come componente d'ingresso ed un condensatore come componente di retroazione?
A. *Amplificatore invertente*
B. *Integratore*
C. *Differenziatore*
D. *Amplificatore differenziale*
E. *Nessuno di questi.*

9. Che tipo di circuito è l'XR-2208?
A. *Un amplificatore operazionale*
B. *Un generatore di funzioni*
C. *Una linea di ritardo analogica*
D. *Un moltiplicatore operazionale*
E. *Nessuno di questi*

10. Qual'è il guadagno di un differenziatore quando la frequenza d'ingresso è di 375 Hz, il resistore è di 22 kΩ ed il condensatore è di 10 nF?
A. *-0,0005*
B. *-0,5*
C. *-2,2*
D. *-0,035*
E. *Nessuno di questi.*

Le risposte sono alla fine del capitolo n.20

Capitolo 20



Temporizzatori

Un altro tipo di circuito integrato molto diffuso e versatile è il "temporizzatore"; ad esso dedichiamo un capitolo separato perchè è un componente situato a metà strada tra i circuiti analogici e quelli digitali e può essere utilizzato con entrambi.

NOZIONI FONDAMENTALI SUL 555

Il temporizzatore più conosciuto è il 555, attualmente prodotto da diverse aziende specializzate. Esistono anche altri temporizzatori integrati, che però funzionano in modo analogo: limiteremo quindi la nostra descrizione al 555.
Il circuito integrato 555 è disponibile in diversi tipi di contenitori, ma la versione DIL ad 8 piedini è quella più usata. Nella Figura 20-1 ne viene fornita la piedinatura.

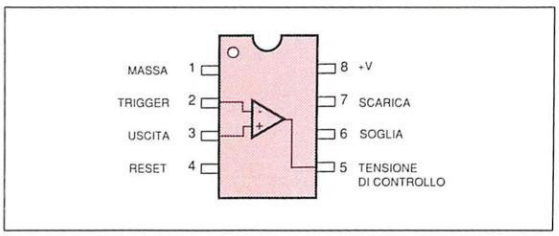


Figura 20-1. Zoccolatura di un temporizzatore 555.

Passiamo ora in rassegna le funzioni di tutti i piedini del 555.
Il piedino 1 è il terminale di massa del circuito, che deve essere usato con massa negativa. A questo componente non devono essere applicate tensioni al di sotto di quella di massa: in altre parole, la tensione al piedino 1 deve essere la minima tra quelle applicate ad ogni altro piedino dell'integrato.
Il piedino 2 è l'ingresso di "trigger". Normalmente questo terminale viene mantenuto ad un valore costante, pari ad almeno 1/3 della tensione di alimentazione. Se questa tensione di trigger scende al di sotto di 1/3 di questo valore, farà commutare il circuito: avrà cioè inizio il ciclo di temporizzazione.
Il segnale d'uscita del circuito temporizzatore è di solito (ma non sempre) prelevato dal piedino 3.
Il piedino 4 è denominato "reset" (azzeramento). Come suggerisce il nome, il segnale applicato a questo terminale viene usato per riportare il componente al suo stato originale di riposo, al termine del ciclo di temporizzazione.
Il piedino 5 rimane inutilizzato nella maggior parte delle applicazioni del circuito ma, in alcuni casi speciali, potrà risultare estremamente utile. E' l'ingresso di una "tensione di controllo". La tensione a cui avviene il trigger potrà essere determinata mediante una tensione esterna applicata a questo terminale, invece che dal normale potenziale di trigger posto ad 1/3 della tensione di alimentazione. Quando questo controllo non viene utilizzato, il piedino 5 verrà collegato a massa, tramite un condensatore da 10 nF.
Il piedino 6 è chiamato piedino di "soglia". La tensione a questo terminale fa sapere al temporizzatore quando deve porre termine al ciclo di temporizzazione. Tra il piedino 6 ed il terminale positivo del generatore di tensione è collegato un "resistore di temporizzazione".
Il piedino 7 è chiamato piedino di "scarica" e viene utilizzato anche per determinare la lunghezza del ciclo di temporizzazione. Tra il piedino 7 e massa è collegato un "condensatore di temporizzazione".
Il piedino 8 viene usato per alimentare il circuito e ad esso viene collegato il terminale positivo del generatore di tensione. Negli schemi elettrici questo terminale viene normalmente indicato come "V+" oppure "Vcc". La tensione di alimentazione per il temporizzatore integrato 555 deve essere compresa tra 5 e 15 V; i migliori risultati si ottengono con tensioni di 15 V.
Ricordiamo che esiste anche il circuito integrato 556, formato da due temporizzatori 555 inseriti in un unico involucro: un 556 può quindi essere usato per sostituire due 555. La piedinatura del circuito integrato 556 è illustrata in Figura 20-2.

MULTIVIBRATORI MONOSTABILI

La Figura 20-3 mostra il circuito più elementare da realizzare con un temporizzatore integrato 555: si tratta di un "multivibratore monostabile a trigger". Monostabile significa che il circuito ha uno stato d'uscita stabile (in questo caso, prossimo al livello di massa). Nel mo-

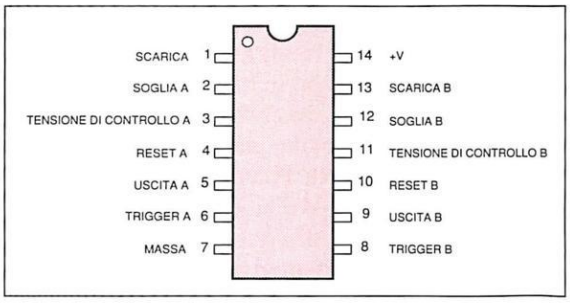


Figura 20-2. Zoccolatura di un doppio temporizzatore 556.

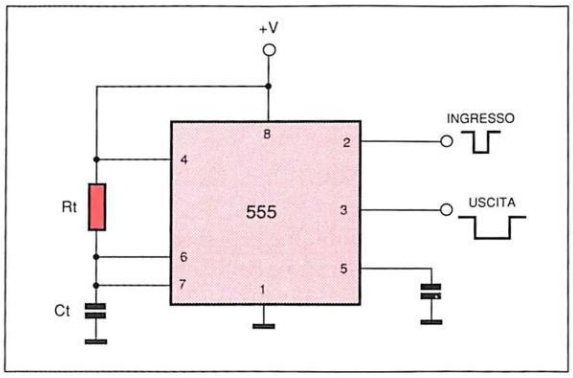


Figura 20-3. Multivibratore monostabile a trigger.

mento in cui questo circuito viene fatto commutare, l'uscita balza repentinamente ad un livello prossimo a quello della tensione d'alimentazione. L'uscita si mantiene a questo livello per un dato periodo di tempo, determinato dai valori di Rt e di Ct, poi ritorna velocemente allo stato originale. Questo processo è illustrato graficamente in Figura 20-4.

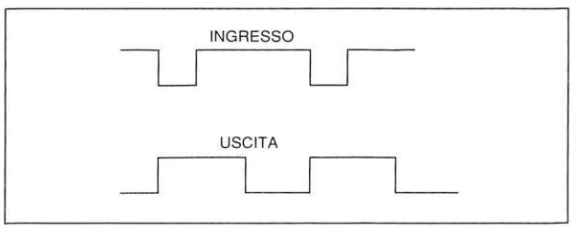


Figura 20-4. Segnali d'ingresso e d'uscita di un multivibratore monostabile a trigger.

La durata dell'impulso d'uscita è determinata dalla seguente formula:

$$T = 1{,}1\ (Rt\ Ct) \qquad \text{Equazione 20-1}$$

T corrisponde al periodo di tempo in secondi, Rt è il valore in MΩ (1 MΩ equivale ad 1000000 di Ω) del resistore collegato tra il piedino 6 e Vcc, Ct è il valore in μF del condensatore collegato tra il piedino 7 e massa. Per ottenere un funzionamento affidabile, Rt dovrebbe di norma avere un valore compreso tra 0,01 MΩ (10 kΩ) e 10 MΩ (10 milioni di Ω). Il valore di Ct dovrebbe essere compreso tra 100 pF (0,0001 μF) e 1000 μF.. Applicando l'equazione 20-1 si osserva che questo circuito può produrre temporizzazioni variabili da 0,0000011 secondi (1,1 μs) ad 11000 s (circa 183 minuti, ovvero poco più di 3 ore). Si tratta proprio di un dispositivo dalle possibilità di regolazione molto ampie.

L'impulso di temporizzazione avrà sempre la medesima durata, senza tener conto di quella del segnale di trigger, purchè naturalmente quest'ultimo abbia una durata minore di quella dell'impulso d'uscita desiderato.

Un multivibratore monostabile a trigger è un circuito estremamente utile in infinite applicazioni di temporizzazione e controllo. Un fotografo, ad esempio, potrebbe desiderare che la luce stroboscopica del suo flash emetta un lampo di 0,2 s al momento dell'apertura dell'otturatore della macchina. Allo scopo, potrebbe utilizzare l'impulso dell'otturatore per far partire un multivibratore monostabile. In fase di progetto del circuito, innanzitutto occorre scegliere arbitrariamente un opportuno valore capacitivo. Supponiamo di usare un condensatore da 0,5 μF. Poichè T = 1,1 (Rt Ct) allora R = T / (1,1 x Ct). Sostituendo la variabile nota, nel nostro esempio si avrà Rt = 0,2 / (1,1 x 0,5) = 0,2 / 0,55, ovvero circa 0,36 MΩ (360 kΩ).

Di conseguenza, con un condensatore da 0,5 μF ed un resistore da 360 kΩ, la luce rimane accesa per 0,2 s precisi ogni volta che il dispositivo viene attivato.

Ovviamente, la precisione del periodo del temporizzatore dipenderà dalla tolleranza dei componenti di temporizzazione. Se tanto il resistore quanto il condensatore hanno tolleranze del 20%, il valore finale potrà allontanarsi dal valore calcolato fino al 40%. Sarà naturalmente opportuno usare componenti a bassa tolleranza.

Qual'è il valore dei componenti che dovreste usare per ottenere un periodo di temporizzazione di 1 s?

MULTIVIBRATORI ASTABILI

La Figura 20-5 mostra un circuito temporizzatore simile al 555. Tra questo circuito ed il precedente ci sono due differenze principali: Rt è stato suddiviso in due resistori separati (Ra ed Rb) e non c'è un ingresso per il segnale di trigger.

Questo circuito è infatti auto-innescante. L'uscita del circuito fluttua tra gli stessi due stati della versione monostabile con trigger, ma nessuno di essi è stabile. Un tale circuito viene chiamato appunto "multivibratore astabile".

Il tempo durante il quale l'uscita rimane a livello alto è determinato da Ct, Ra ed Rb.

$$T1 = 0{,}693 \times (Ra + Rb) \times Ct \qquad \text{Equazione 20-2}$$

Il tempo durante il quale l'uscita rimane a livello basso (ossia a massa) dipende invece soltanto da Ct ed Rb

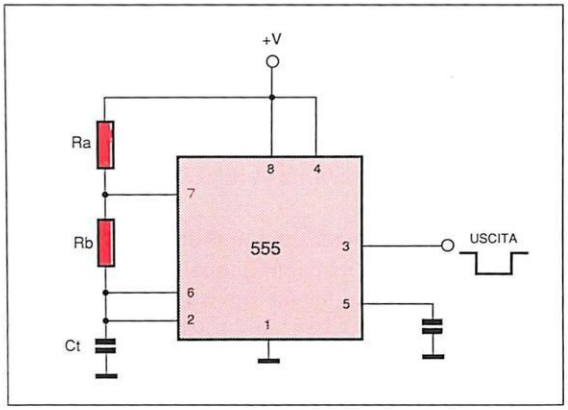


Figura 20-5. Multivibratore astabile.

$$T2 = 0{,}693\ Rb\ Ct \qquad \text{Equazione 20-3}$$

Naturalmente il periodo del ciclo completo è costituito dalla somma dei tempi a livello alto ed a livello basso, ovvero:

$$T = T1 + T2 \qquad \text{Equazione 20-4}$$

Queste tre equazioni possono essere combinate e riscritte come segue:

$$T = 0{,}693 \times (Ra + 2Rb) \times Ct \qquad \text{Equazione 20-5}$$

L'uscita "oscilla" tra questi due stati ad una frequenza fissa; per questo il circuito è anche denominato "oscillatore ad onda rettangolare".
Come mostrato nella Figura 20-6, la forma d'onda in uscita è rettangolare. Facciamo notare che, in questo circuito, T1 è sempre, sia pure di poco, più lungo di T2. La relazione tra il tenpo a livello alto e quello a livello basso è chiamato "rapporto impulso/pausa". Per esempio, se il segnale rimane a livello alto per 3/4 di ogni ciclo, il rapporto impulso/pausa è del 75%.

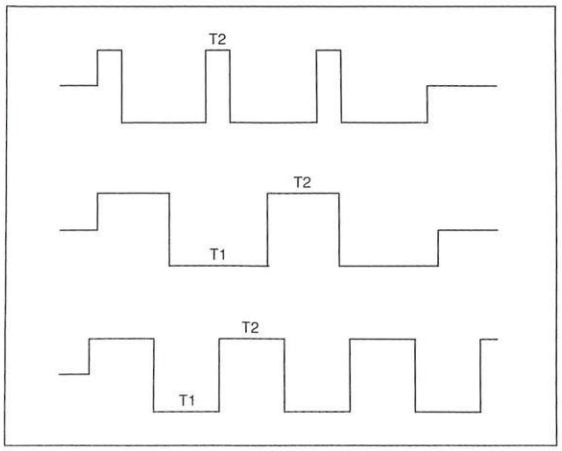


Figura 20-6. Onde rettangolari.

Se i due tempi sono uguali, il rapporto è del 50% ed il segnale viene chiamato "onda rettangolare". Con questo particolare circuito non si riesce ad ottenere un'onda rettangolare perfetta, ma ci si può arrivare molto vicino usando un valore molto piccolo per Ra ed un valore molto elevato per Rb. Poichè ci troviamo di fronte ad un ciclo ripetitivo, possiamo parlarne in termini di frequenza. La frequenza di un ciclo ripetitivo è il numero di cicli completi prodotti in un secondo.
La frequenza si ricava facendo il reciproco del tempo necessario al completamento di un ciclo. In termini algebrici essa è data da:

$$F = 1 / T \qquad \text{Equazione 20-6}$$

Combinando le equazioni 20-6 e 20-5, la frequenza può essere definita come:

$$F = 1{,}44 / (Ra + 2Rb)\ Ct \qquad \text{Equazione 20-7}$$

In entrambe le equazioni, F è la frequenza espressa in Hz. Per i valori del resistore e del condensatore valgono le medesime limitazioni del circuito del multivibratore monostabile a trigger. Quasi tutti i circuiti basati sul temporizzatore integrato 555 sono varianti di uno o l'altro di questi due circuiti fondamentali.
Anche nella versione base, comunque, essi trovano applicazione in un gran numero di sistemi elettronici. E' anche disponibile, come già detto, un doppio 555 in un singolo contenitore DIL a 14 piedini: si chiama 556 e può essere usato per sostituire due 555 separati.

TEMPORIZZATORE PROGRAMMABILE 2240

Un componente più sofisticato e complesso è il 2240, un temporizzatore programmabile la cui piedinatura è mostrata in Figura 20-7. Osservate che ci sono 8 uscite (dal piedino 1 al piedino 8). L'uscita del piedino 1 forma l'intervallo di temporizzazione di base.
Ogni piedino successivo moltiplica la costante di tempo per un fattore 2 e cioè:

Piedino 1	T
Piedino 2	2T
Piedino 3	4T
Piedino 4	8T
Piedino 5	16T
Piedino 6	32T
Piedino 7	64T
Piedino 8	128T

Per esempio, se la costante di tempo base del circuito è di 0,75 s, la costante d'uscita del circuito sarà:

Piedino 1	0,75 s
Piedino 2	2 x 0,75 = 1,5 s
Piedino 3	4 x 0,75 = 3 s
Piedino 4	8 x 0,75 = 6 s

Piedino 5 16 x 0,75 = 12 s
Piedino 6 32 x 0,75 = 24 s
Piedino 7 64 x 0,75 = 48 s
Piedino 8 128 x 0,75 = 96 s

Nella Figura 20-8 è mostrato un circuito multivibratore monostabile che utilizza il temporizzatore programmabile 2240. La formula per ottenere la costante di tempo base (durata dell'impulso d'uscita al piedino 1) è semplicemente:

$T = Rt\ Ct$

Il temporizzatore programmabile 2240 può anche essere usato come multivibratore astabile, come mostrato in Figura 20-9. In questo caso, la frequenza d'uscita sarà uguale a:

$F = 1 / 2nRt\ Ct$

dove n è il multiplo del relativo piedino d'uscita. Per esempio, se Rt = 15 kΩ e Ct = 0,22 µF, le frequenze d'uscita per ogni piedino avranno i seguenti valori:

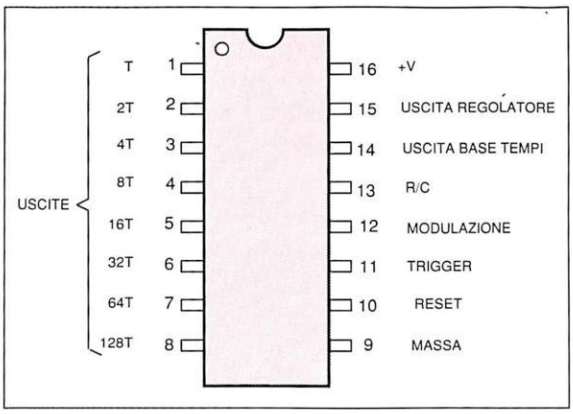


Figura 20-7. Zoccolatura del temporizzatore programmabile integrato 2240.

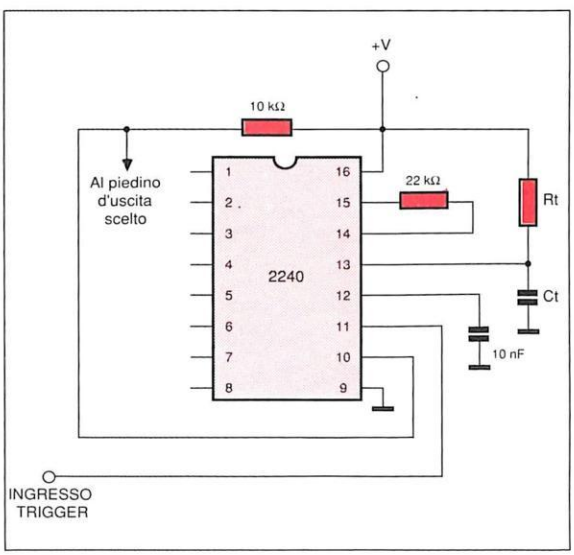


Figura 20-8. Circuito monostabile basato sul temporizzatore programmabile 2240.

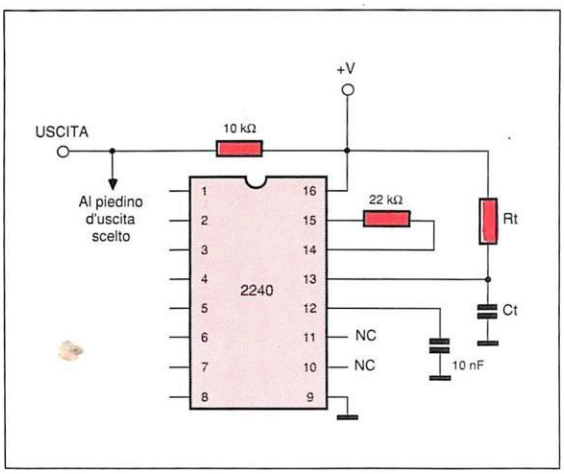


Figura 20-9. Un temporizzatore programmabile 2240 può anche essere usato in questo circuito multivibratore astabile.

Piedino 1 F = 1 / 2 x 1 x 15000 x 0,00000022 =
= 1 / 1 x 0,0066 = 1 / 0,0066 = 151,5 Hz
Piedino 2 F = 1 / 2 x 0,0066 = 1 / 0,0132 = 75,8 Hz
Piedino 3 F = 1 / 4 x 0,0066 = 1 / 0,0264 = 37,9 Hz
Piedino 4 F = 1 / 8 x 0,0066 = 1 / 0,0528 = 18,9 Hz
Piedino 5 F = 1 / 16 x 0,0066 = 1 / 0,1056 = 9,5 Hz
Piedino 6 F = 1 / 32 x 0,0066 = 1 / 0,2112 = 4,7 Hz
Piedino 7 F = 1 / 64 x 0,0066 = 1 / 0,4224 = 2,7 Hz
Piedino 8 F = 1 / 128 x 0,0066 = 1 / 0,8448 = 1,2 Hz

Da ogni successivo piedino d'uscita esce una frequenza pari alla metà esatta di quella del suo immediato predecessore.

L'apparente imprecisione dell'esempio riportato qui sopra è dovuta all'arrotondamento dei valori.

Risposte al TEST DI VERIFICA del capitolo n.19

1. A	**6.** B
2. C	**7.** D
3. A	**8.** B
4. D	**9.** D
5. B	**10.** B

TEST DI VERIFICA

1. Quanti stati stabili ha un multivibratore monostabile?
A. *Nessuno*
B. *Uno*
C. *Due*
D. *Tre*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta*

2. Come si chiama il circuito multivibratore a stati non stabili?
A. *Astabile*
B. *Monostabile*
C. *Bistabile*
D. *Instabile*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta*

3. Quanto dura l'impulso d'uscita di un multivibratore monostabile quando Rt = 47 kΩ e Ct = 0,1 µF?
A. *4,7 s*
B. *0,0047 s*
C. *0,0052 s*
D. *0,00052 s*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta*

4. Approssimativamente, qual'è il periodo di tempo più lungo che si può raggiungere con un normale multivibratore monostabile 555?
A. *1 s*
B. *1 ora*
C. *183 s*
D. *11000 s*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta*

5. Supponiamo che un circuito multivibratore astabile basato su un integrato 555 utilizzi componenti con i seguenti valori: Ra = 33 kΩ, Rb = 27 kΩ, Ct = 0,1 µF. Qual'è la frequenza d'uscita?
A. *534 Hz*
B. *437 Hz*
C. *166 Hz*
D. *240 Hz*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta*

6. Fra le seguenti, qual'è la giusta formula per trovare la frequenza d'un multivibratore astabile 555?
A. *F = 1,44 x (Ra + Rb) x Ct*
B. *F = 1,44 / (Ra + 2Rb) Ct*
C. *F = 1,1 (Ra + 2Rb) Ct*
D. *F = 0,693 (Ra + 2Rb) Ct*
E. *Nessuna delle precedenti.*

7. Qual'è la forma d'onda d'uscita di un multivibratore astabile 555?
A. *Onda rettangolare*
B. *Onda sinusoidale*
C. *Onda a rampa*
D. *Onda quadra*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta.*

8. Se la costante di tempo base (piedino 1) di un circuito temporizzatore basato su un 2240 è di 3,46 s, qual'è la durata dell'impulso di temporizzazione al piedino 5?
A. *17,3 s*
B. *55,36 s*
C. *110,72 s*
D. *27,68 s*
E. *Nessuna risposta è esatta*

9. Qual'e la frequenza d'uscita al piedino 6 di un multivibratore astabile 2240 in cui Rt = 12 kΩ e Ct = 0,033 µF?
A. *78,9 Hz*
B. *1262,6 Hz*
C. *39,5 Hz*
D. *19,7 Hz*
E. *Nessuna risposta è esatta*

10. Quante uscite possiede un temporizzatore programmabile 2240?
A. *Una*
B. *Quattro*
C. *Otto*
D. *Sedici*
E. *Nessuna risposta è esatta*

Le risposte sono alla fine del capitolo n.21

ANALIZZATORE A LED (SCHEDA DISPLAY)

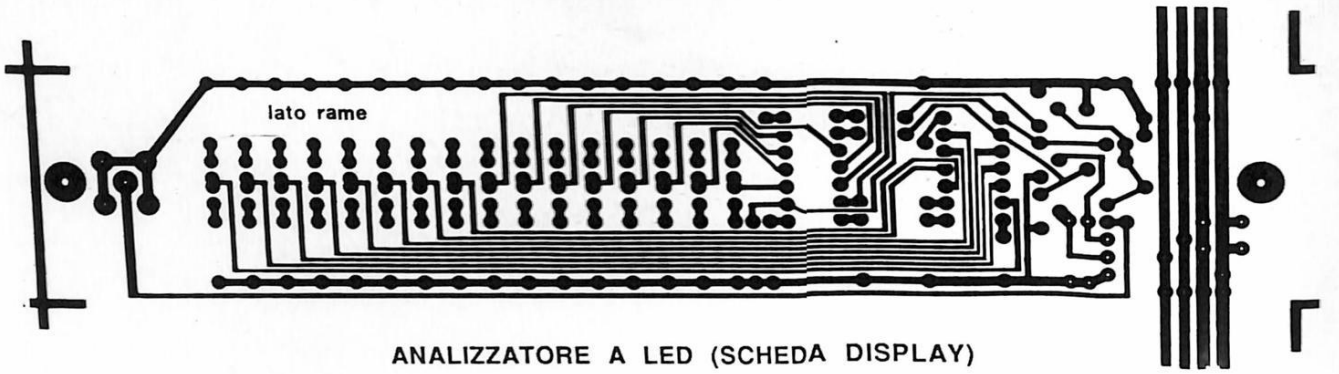
ANALIZZATORE A LED
(SCHEDA CONTROLLO)

ANALIZZATORE A LED
(SCHEDA ALIMENTATORE)

LAMPEGGIATORE
D'EMERGENZA PER AUTO

SCHEDA SOUND

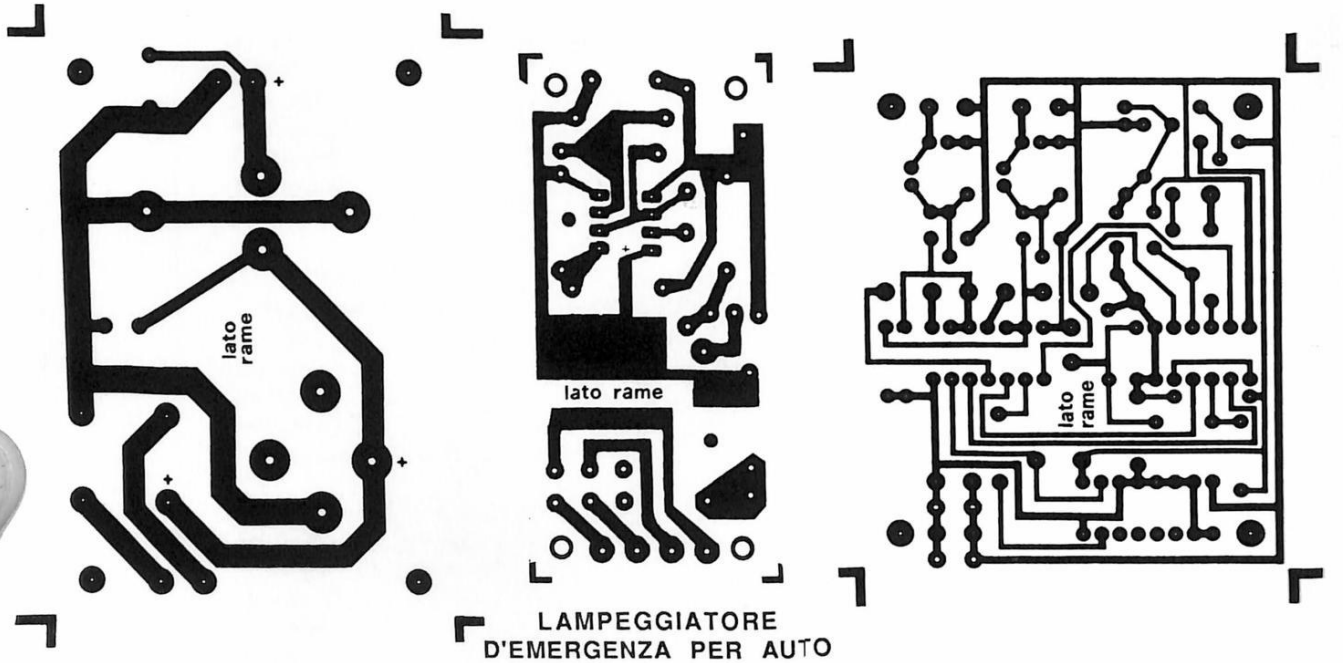
INTERFACCIA OPTO-TV



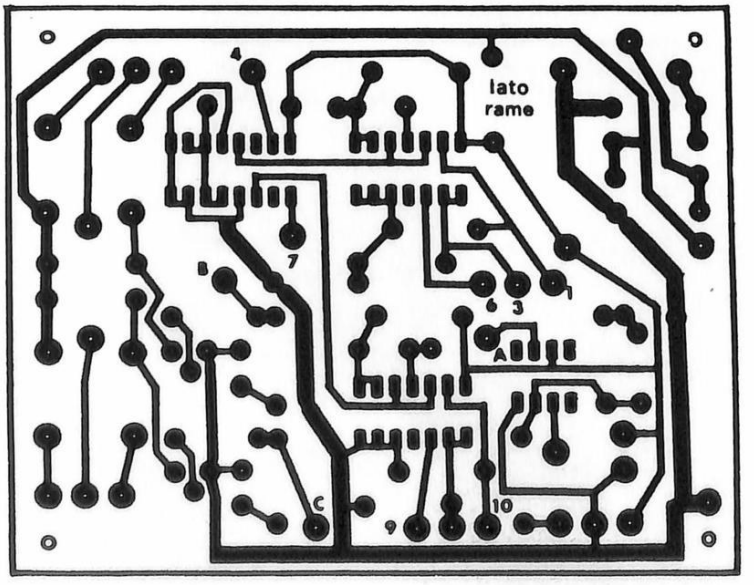
ANALIZZATORE A LED (SCHEDA DISPLAY)

ANALIZZATORE A LED
(SCHEDA ALIMENTATORE)

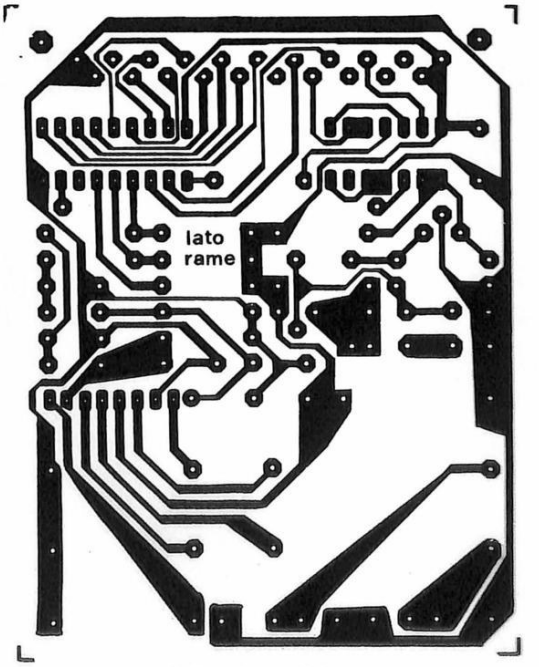
ANALIZZATORE A LED
(SCHEDA CONTROLLO)



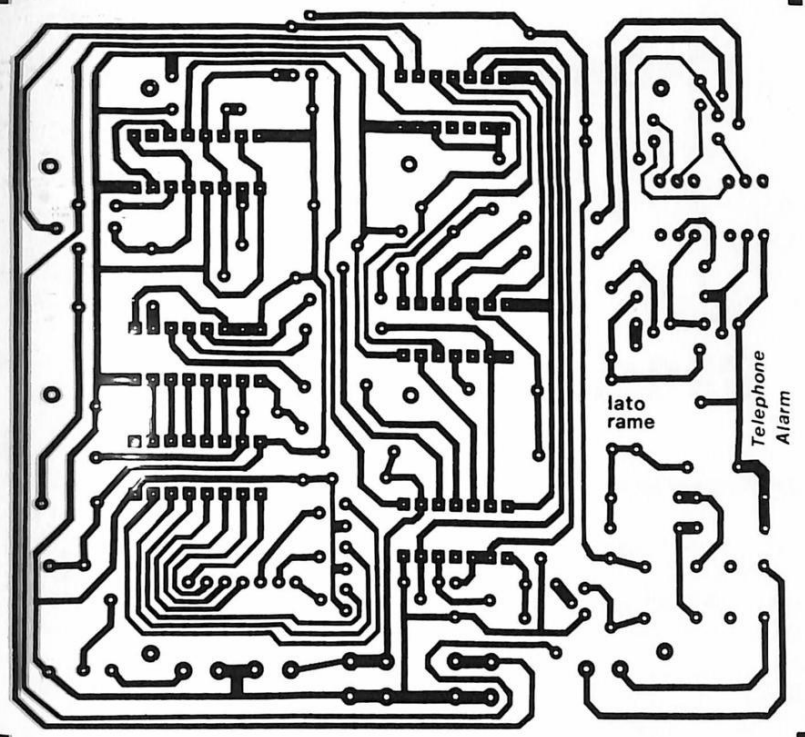
LAMPEGGIATORE
D'EMERGENZA PER AUTO



INTERFACCIA OPTO-TV

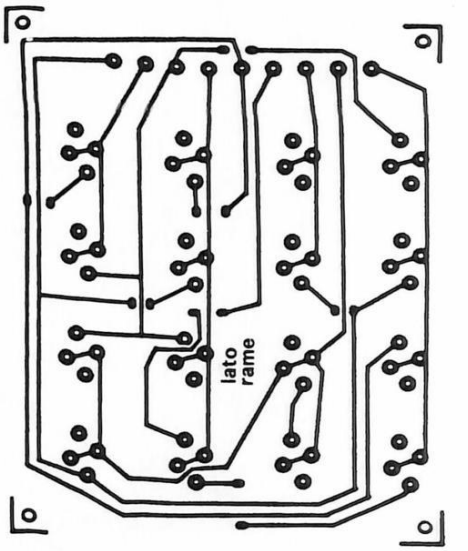


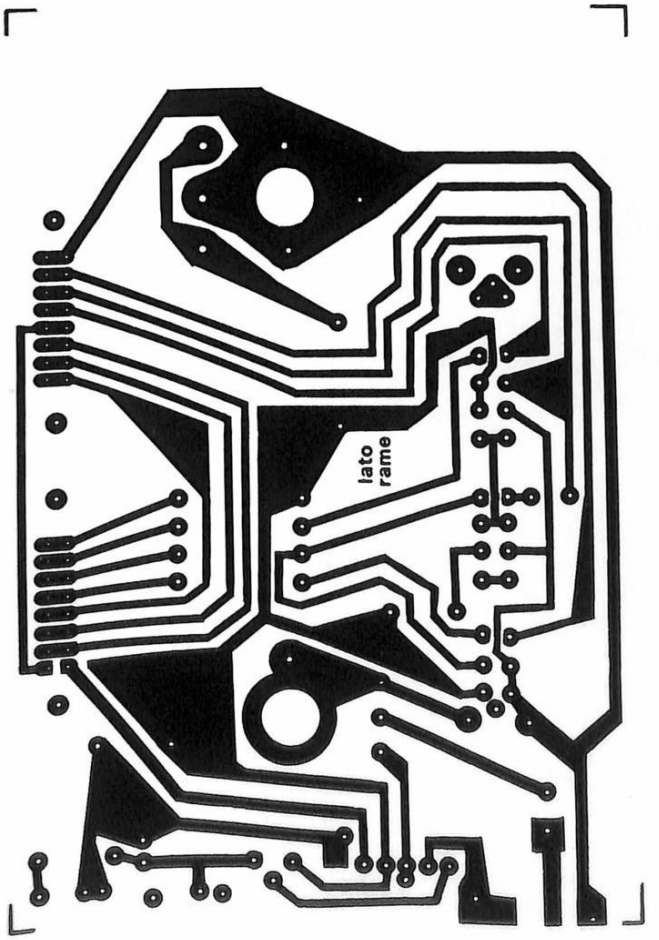
SCHEDA SOUND



ALLARME TELEFONICO

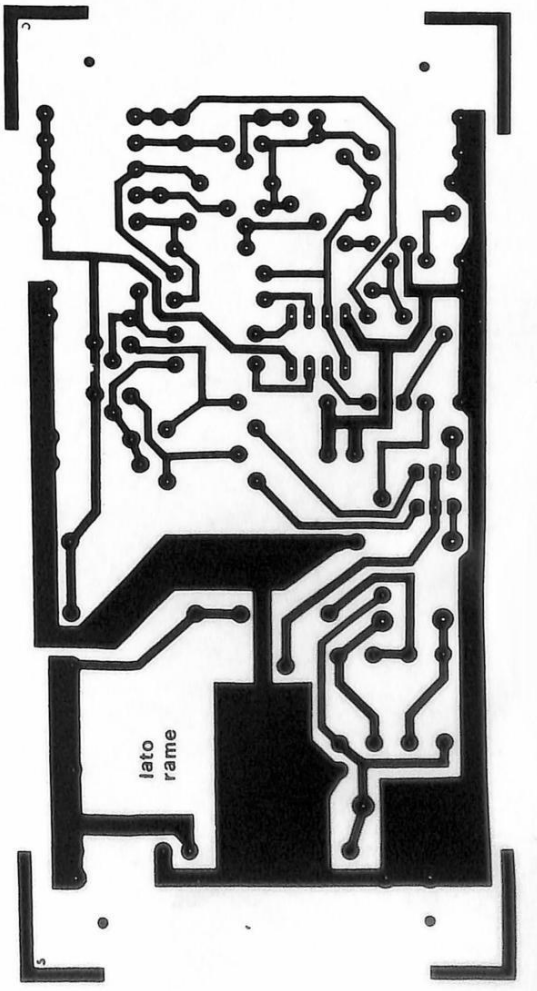
TUNER A SINTESI DI FREQUENZA
(SCHEDA TASTIERA)





UN TELAIO PER RICEVERE MEGLIO

CONVERTITORE DC-DC PER FINALI



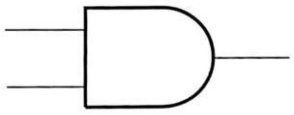
ALLARME TELEFONICO

TUNER A SINTESI DI FREQUENZA (SCHEDA TASTIERA)

UN TELAIO PER RICEVERE MEGLIO

CONVERTITORE DC-DC PER FINALI

Capitolo 21



Porte digitali

Accanto ai circuiti integrati analogici c'è l'altra grande categoria dei circuiti integrati "digitali", nei quali tutti i segnali, in ingresso ed in uscita, vengono convertiti nei loro equivalenti numerici (digitali): questi numeri vengono poi elaborati in vari modi dai diversi circuiti integrati.

SISTEMA BINARIO

Normalmente noi contiamo utilizzando il "sistema decimale", che è basato su dieci cifre (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9). Se dobbiamo rappresentare un numero maggiore di 9 (la cifra più elevata), sommiamo colonne supplementari di cifre.
Il valore di un'unità di ciascuna colonna è uguale alla base (numero di cifre del sistema) moltiplicato il valore unitario della colonna precedente. In altre parole, "2873" rappresenta in decimale 2 x 1000 + 8 x 100 + 7 x 10 + 3 x 1.
Nei circuiti elettronici è più comodo servirsi del "sistema binario", che ha soltanto due cifre (0 ed 1). Se è presente una determinata tensione possiamo dire che c'è un "1". Se questa tensione è assente, ci sarà uno "0": non esistono valori intermedi.
Questa situazione può essere anche invertita: una tensione presente può essere chiamata "0" ed una tensione assente potrà rappresentare un "1". Questo sistema viene chiamato "logica negativa". In realtà non c'è nessuna differenza tranne che, talvolta, è concettualmente più utile pensare in termini di logica negativa.
Poichè non ci sono cifre maggiori di 1 nel sistema binario, sarà naturalmente necessaria più di una colonna di cifre per rappresentare qualsiasi numero maggiore di 1. I valori di queste colonne vengono aumentati come avviene nel sistema decimale, tranne per il fatto che ogni colonna, da destra verso sinistra, ha un valore pari al doppio di quella che la precede. La prima colonna è moltiplicata per 1, la seconda per 2, la terza per 4, la quarta per 8 e così via.
Per esempio, il numero binario 1101 rappresenta le seguenti operazioni: 1 x 8 + 1 x 4 + 0 x 2 + 1 x 1, ossia equivale al numero decimale 13. La Tabella 21-1 mette a confronto le numerazioni nei sistemi decimale e binario.

ALTRI SISTEMI NUMERICI

Avrete notato che nella Tabella 21-1 ci sono due colonne in più, denominate "ottale" ed "esadecimale". Si tratta di sistemi particolari, che vengono usati come livelli intermedi tra il decimale e il binario.

BINARIO	DECIMALE	OTTALE	ESADECIMALE
00001	1	1	1
00010	2	2	2
00011	3	3	3
00100	4	4	4
00101	5	5	5
00110	6	6	6
00111	7	7	7
01000	8	10	8
01001	9	11	9
01010	10	12	A
01011	11	13	B
01100	12	14	C
01101	13	15	D
01110	14	16	E
01111	15	17	F
10000	16	20	10
10001	17	21	11
10010	18	22	12
10011	19	23	13
10100	20	24	14
10101	21	25	15
10110	22	26	16
10111	23	27	17
11000	24	30	18
11001	25	31	19
11010	26	32	1A
11011	27	33	1B

Tabella 21-1. Numerazioni nei sistemi binario, decimale, ottale ed esadecimale.

I numeri binari sono molto semplici da elaborare da parte dei circuiti elettronici, anche quando i valori sono molto elevati, ma risultano piuttosto ostici per l'uomo. Per esempio, un numero binario come 110100011101 è molto dificile da ricordare.
Sfortunatamente, sono gli operatori umani a dover inserire la prima volta nel circuito i numeri ed anche a dover comprendere i numeri che il circuito emette dall'uscita. La conversione elettronica diretta di un numero decimale in forma binaria è sempre un lavoro piuttosto complesso.
Un compromesso viene raggiunto quando l'operatore impara ad utilizzare i sistemi ottale od esadecimale, che possono essere rapidamente convertiti in binario perchè le loro basi sono multipli quadratici della base

binaria (2). Il sistema ottale è in base otto ed usa soltanto le cifre da 0 a 7. Osservate nella Tabella 21-1 che, in un numero ottale, ciascuna colonna corrisponde a tre colonne di un numero binario.
Analogamente, il sistema esadecimale ha la base sedici: utilizza precisamente le cifre 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E e F. Una singola colonna di un numero esadecimale corrisponde a quattro colonne di un numero binario.
Semplici circuiti di commutazione possono facilmente convertire i numeri ottali od esadecimali in numeri binari. Naturalmente è sempre importante identificare con quale sistema si sta calcolando. Il numero "111" rappresenta "7" in binario, 73 in ottale, 111 in decimale e 273 in esadecimale. Se il sistema di calcolo non fosse specificato, la confusione sarebbe davvero notevole. A volte, i numeri vengono identificati da un "subscritto" che determina la loro base. Nell'esempio precedente potremmo scrivere 111_{2} (binario), 111_{8} (ottale), 111_{10} (decimale) oppure 111_{16} (esadecimale).
E' molto probabile che, nella maggior parte del lavoro elettronico pratico, non capiterà spesso di dover convertire tra loro i diversi sistemi, ma è bene avere un idea di come questo avviene. Analogamente, lavorando con i circuiti digitali, è indispensabile comprendere la basi del sistema binario.

SOMMA BINARIA

Le regole per la somma dei numeri binari sono in realtà molto semplici. Per ogni data colonna di cifre ci sono soltanto due possibilità. Per sommare due cifre binarie ci saranno soltanto quattro possibili combinazioni. Se entrambe la cifre da sommare sono 0, il totale è 0.
Se una cifra è 0 e l'altra è 1, il totale è 1. (Facciamo notare che questo comprende due possibili combinazioni, ottenibili semplicemente cambiando la posizione delle cifre: 0 + 1 = 1 + 0.) Quando entrambe le cifre sono 1, il totale sarà 0, con il riporto di 1 alla colonna successiva.
Ecco alcuni esempi: 0 + 0 = 0 ; 1 + 0 = 1 ; 0 + 1 = 1 ; 1 + 1 = 10 ; 1010 + 1100 = 10110.
Calcolate ora le seguenti somme: 11 + 10; 101 + 1110; 1111 + 10; 1001 + 111.
Per combinare nei diversi modi le cifre binarie, nei circuiti elettronici vengono usate "porte" digitali.

PORTE AND

Una tra le porte più importanti, è la "porta AND". In ogni singolo chip, ci sono generalmente quattro porte AND ed il circuito integrato in questione viene chiamato "quadrupla porta AND". Il simbolo schematico di una porta AND è mostrato in Figura 21-1. Notate che ci sono due ingressi ed una sola uscita. L'uscita sarà "1" se, e soltanto se, entrambi gli ingressi sono "1".
Poichè ci sono due ingressi, ognuno con due possibili livelli di segnale, ci sono quattro possibili condizioni d'ingresso. Se entrambi gli ingressi sono 0, l'uscita sarà 0. Se l'ingresso A è 0 e l'ingresso B è 1, l'uscita sarà 0. Se l'ingresso A è 1 e l'ingresso B è 0, l'uscita sarà ancora 0. Quando però tanto l'ingresso A quanto l'ingresso B sono 1, l'uscita sarà 1. Queste sono le quattro possibili combinazioni dei livelli d'ingresso.

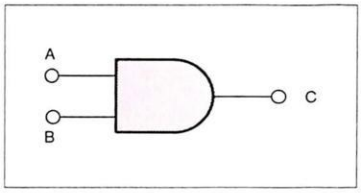


Figura 21-1. Simbolo schematico di una porta AND.

La relazione tra gli ingressi di una porta e le sue uscite sono mostrate di solito in una tabella chiamata "tabella della verità". La tabella della verità per una porta AND standard a due ingressi è mostrata in Tabella 21-2A.
La maggior parte delle porte AND hanno due ingressi, ma talvolta si possono trovare porte con più ingressi che funzionano essenzialmente nel medesimo modo.

A

Porta AND a due ingressi

IN		OUT
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

C

Porta NAND

IN		OUT
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

B

Porta AND a quattro ingressi

A	B	C	D	OUT
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Tabella 21-2. Tabelle della verità per: A - porta AND; B - porta AND a quattro ingressi; C - porta NAND.

Per esempio, la Tabella 21-2B fornisce la tabella della verità per una porta AND a quattro ingressi. Osservate che l'ingresso è 1 se, e soltanto se, tutti e quattro gli ingressi sono 1. Se uno qualsiasi degli ingressi è 0, l'uscita sarà 0.
Osservate ora la tabella della verità riportata in Tabella 21-2C. E' l'esatto opposto di quella della porta AND. L'uscita sarà 0 se, e soltanto se, entrambi gli ingressi saranno 1. Se uno, od entrambi, gli ingressi vanno a 0, l'uscita andrà ad 1. Non sorprende il fatto che questa porta venga chiamata "Not AND" o, più brevemente, "porta NAND".
Il simbolo schematico di una porta NAND ricorda quello d'una porta AND, tranne per l'aggiunta di un piccolo cerchietto all'uscita, che sta ad indicare l'"inversione di stato" o "negazione" (vedi Figura 21-2).
Nei circuiti digitali, questo piccolo simbolo rappresen-

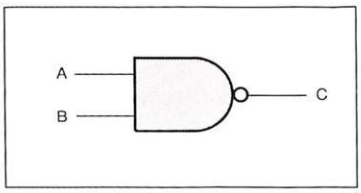


Figura 21-2. Simbolo schematico di una porta NAND.

ta sempre l'inversione di stato. Se il segnale corrispondeva ad 1, diventa 0, e viceversa.

PORTE OR

Un'altra porta di primaria importanza è la "porta OR". Il suo simbolo schematico è mostrato in Figura 21-3 e la sua tabella della verità si trova nella Tabella 21-3A. Anche in questo caso, ci sono due ingressi ed una sola uscita, dipendente dagli stati logici di entrambi gli in-

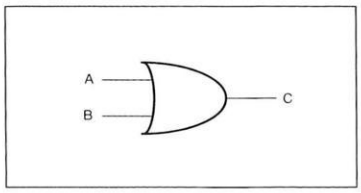
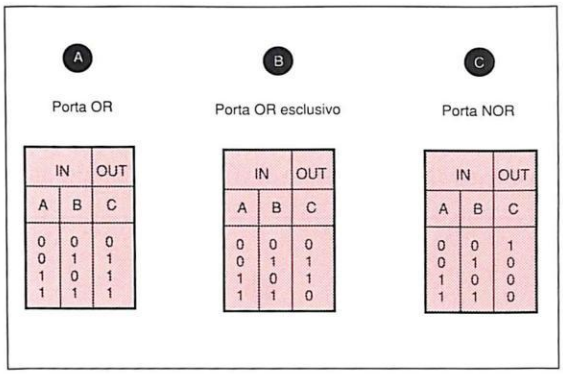


Figura 21-3. Simbolo schematico di una porta OR.

gressi. Fino a quando almeno uno degli ingressi è 1, l'uscita di una porta OR sarà 1. L'uscita sarà 0 soltanto nel caso che entrambi gli ingressi siano a livello 0.
Una variazione fondamentale della porta OR è la "porta OR esclusivo". Come dice il nome, l'uscita corrisponderà a 1 se uno o l'altro degli ingressi è a livello 1, ma non se entrambi gli ingressi sono a livello 1 o 0. In altre parole, l'uscita sarà 1 se i due ingressi sono a livelli diversi; sarà invece 0 se i due ingressi hanno livelli uguali siano questi 0 o1. Il simbolo schematico di una



IN		OUT
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

IN		OUT
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

IN		OUT
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tabella 21-3. Tabelle della verità per: A - porta OR; B = porta OR esclusivo; C - porta NOR.

porta OR esclusivo è mostrato in Figura 21-4 e la sua tabella della verità in Tabella 21-3B.
La Tabella 21-3C è la tabella della verità per una porta OR invertita. Questo componente (mostrato sche-

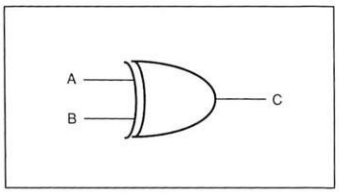


Figura 21-4. Simbolo schematico di una porta OR esclusivo.

maticamente in Figura 21-5) è chiamato "porta NOR". L'uscita sarà a livello logico 1 solamente se nessuno degli ingressi si trova a livello 1. Se uno, l'altro od entrambi gli ingressi sono a livello 1, l'uscita sarà 0.

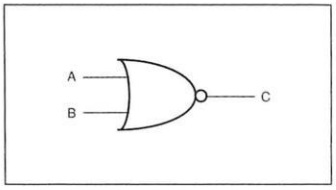


Figura 21-5. Simbolo schematico di una porta NOR.

BUFFER ED INVERTITORI

La Figura 21-6 mostra due componenti digitali ad unico ingresso ed unica uscita. In Figura 21-6A c'è un invertitore, un dispositivo che inverte all'uscita lo stato del suo ingresso: se l'ingresso è 0, l'uscita è 1 e se l'ingresso è 1, l'uscita è 0. Gli stati possibili sono esclusivamente questi due.
Il componente mostrato in Figura 21-6B potrebbe non sembrare particolarmente utile a prima vista, perchè ha il livello d'uscita uguale a quello d'ingresso e quindi non influenza in nessun modo la condizione logica.
Qualsiasi uscita di porta digitale può alimentare soltanto un numero limitato d'ingressi di altre porte digitali

(oppure di altri componenti). Questo numero è chiamato "fan out".
Il fan out classico delle porte TTL (vedi Capitolo 23) è di solito circa 10.
Vale a dire che ciascuna uscita di una porta può essere collegata ad un massimo di 10 ingressi di porte ana-

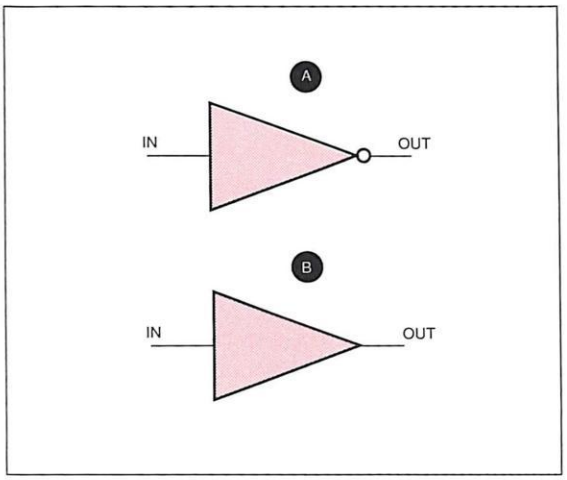


Figura 21-6. Simboli schematici per dispositivi digitali a singolo ingresso/singolo uscita: A - invertitore; B - buffer.

loghe. E se fosse necessario pilotare più di 10 porte con un'unica uscita? (Questo problema spesso insorge quando le porte digitali devono essere "interfacciate" con altri dispositivi che abbiano un "fan in" maggiore di 1.)
Ecco dove diventa utile il componente di Figura 21-6B, noto con il nome di "buffer". Un buffer ha normalmente un fan out di circa 30. Facendo passare il segnale desiderato attraverso un buffer, lo si potrà usare per pilotare molte più porte (od altri componenti). Anche gli invertitori agiscono come buffer, oltre alla loro funzione d'inversione di stato.

COMBINAZIONE DI PORTE DIGITALI

Le sette porte digitali fondamentali (AND, NAND, OR, OR esclusivo, NOR, invertitori e buffer) possono essere combinate in modo da svolgere praticamente qualsiasi funzione logica.
Ci sono poi alcune porte logiche integrate specializzate per altre funzioni logiche, ma non sono sempre facilmente disponibili. Fortunatamente qualsiasi funzione può essere svolta da una combinazione appropriata delle porte fondamentali.
Supponiamo di voler generare la configurazione logica della tabella della verità mostrata in Tabella 21-4. L'uscita dovrà essere 1 se, e soltanto se, l'ingresso A è 1 e l'ingresso B è 0.
Questo risultato si può ottenere con uno dei due circuiti mostrati in Figura 21-7.
Naturalmente potranno essere utilizzati, per talune applicazioni, più di due ingressi: per esempio, in Figura

A	B	OUT
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Tabella 21-4. Tabella della verità di una configurazione non standard.

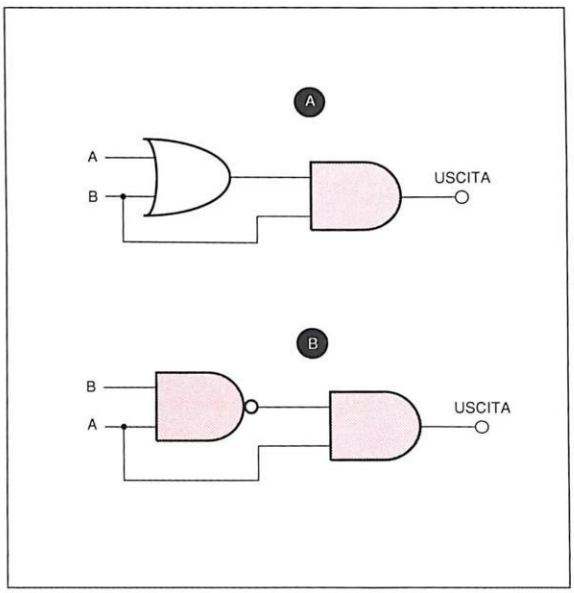


Figura 21-7. Possibili circuiti in grado di generare la tabella della verità mostrata in Tabella 21-4.

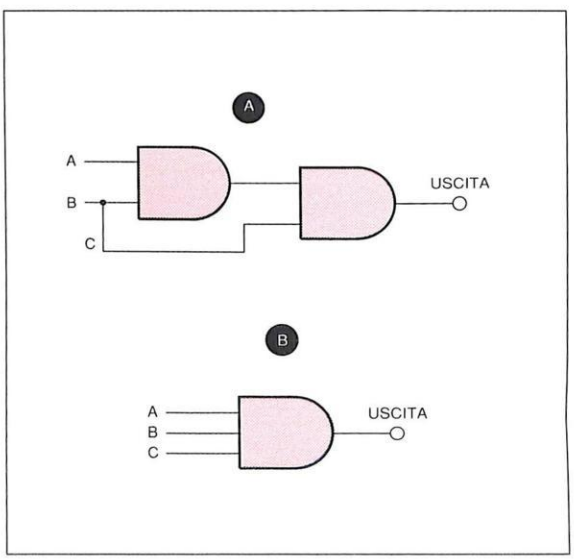


Figura 21-8. Porte AND a tre ingressi.

21-8A vediamo una porta AND a tre ingressi. L'uscita sarà a livello 1 soltanto se tutti e tre gli ingressi saranno ad 1. Se uno qualsiasi degli ingressi è 0, l'uscita sa-

rà 0. Questa particolare funzione è talvolta disponibile, già pronta, in un singolo componente il cui simbolo è illustrato in Figura 21-8B. La Tabella 21-5 mostra

A	B	C	D	OUT
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

Tabella 21-5. Tabella della verità di una configurazione complessa a quattro ingressi.

una funzione logica complessa a quattro ingressi, che può essere ottenuta in diversi modi, utilizzando le porte logiche fondamentali. Una possibile soluzione è illustrata in Figura 21-9: nel circuito sono presenti 9 porte AND, 4 porte NOR e 5 porte OR esclusivo.
Poichè normalmente ci sono 4 porte logiche identiche a due ingressi in ogni circuito integrato, per questo schema saranno necessari come minimo 5 circuiti integrati: alcune delle porte logiche disponibili resteranno inutilizzate, oppure potranno essere utilizzate per altri circuiti concomitanti.
Sapreste ideare un circuito più semplice per generare la stessa tabella della verità? Siete in grado di determinare la tabella della verità per il circuito logico mostrato in Figura 21-10?

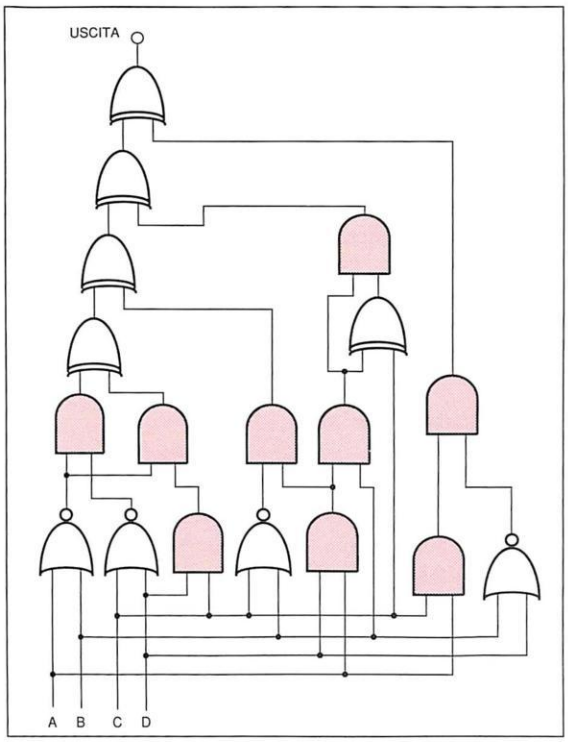


Figura 21-9. Possibile circuito in grado di generare la funzione descritta dalla tabella della verità di Tabella 21-5.

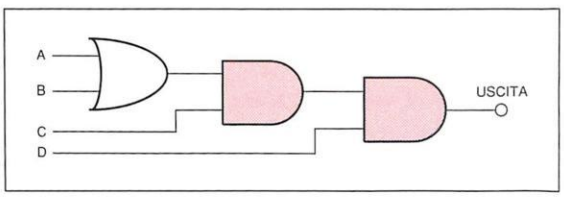


Figura 21-10. Un altro circuito complesso con porte digitali. Quale tabella della verità potrebbe generare una configurazione simile a questa?

Risposte al TEST DI VERIFICA del capitolo n.20

1. B	**6.** B
2. A	**7.** A
3. C	**8.** B
4. D	**9.** C
5. C	**10.** C

TEST DI VERIFICA

1. A che numero decimale corrisponde il binario 1101 0010?
A. *202*
B. *210*
C. *110*
D. *220*
E. *A nessuno di questi*

2. Quale numero binario esprime il numero decimale 175?
A. *1010 1101*
B. *1100 1111*
C. *1010 1111*
D. *1010 0101*
E. *Nessuno di questi*

3. Quale delle seguenti proposizioni esprime il funzionamento di una porta AND?
A. *L'uscita è 1 se, e soltanto se, tutti gli ingressi sono 1*
B. *L'uscita è 1 se, e soltanto se, tutti gli ingressi sono 0*
C. *L'uscita è 1 se almeno uno degli ingressi è 1*
D. *L'uscita è 0 se, e soltanto se, tutti gli ingressi sono 1*
E. *Nessuna di queste risposte è esatta.*

4. Come si può formare una porta NAND combinando più porte fondamentali?
A. *Una porta AND con invertitori agli ingressi*
B. *Una porta AND con un invertitore all'uscita*
C. *Una porta OR con un invertitore all'uscita*
D. *Una porta AND con un buffer all'uscita*
E. *Nessuna di queste combinazioni è adatta.*

5. Quale delle seguenti tabelle della verità rappresenta una porta OR?

	Ingressi	*Uscite*
A.	*0 0*	*1*
	0 1	*0*
	1 0	*0*
	1 1	*1*
B.	*0 0*	*0*
	0 1	*1*
	1 0	*1*
	1 1	*1*
C.	*0 0*	*0*
	0 1	*1*
	1 0	*1*
	1 1	*0*
D.	*0 0*	*0*
	0 1	*0*
	1 0	*0*
	1 1	*1*

E. *Nessuna di queste tabelle*

6. Se l'ingresso ad un invertitore è a livello logico 1, come sarà l'uscita?
A. *0*
B. *1*

7. Qual'è la base del sistema di numerazione ottale?
A. *Due*
B. *Otto*
C. *Dieci*
D. *Sedici*
E. *Nessuna di queste*

8. Quale dei seguenti componenti non produce un 1 all'uscita, quando tutti gli ingressi sono 1?
A. *Buffer*
B. *Porta AND*
C. *Porta OR esclusivo*
D. *Porta OR*
E. *Nessuno di questi*

9. Quale delle seguenti combinazioni di ingressi produrrà un livello logico 1 all'uscita di una porta NOR a tre ingressi?
A. *010*
B. *111*
C. *110*
D. *000*
E. *Nessuna di queste*

10. Se entrambi gli ingressi di una porta OR sono invertiti, il risultato sarà analogo ad una delle seguenti porte logiche fondamentali: quale?
A. *NAND*
B. *AND*
C. *NOR*
D. *OR esclusivo*
E. *Nessuna di queste*

Le risposte sono alla fine del capitolo n.22

Capitolo 22

Altri circuiti integrati digitali

Le porte logiche non sono il solo tipo di componente digitale; in questo capitolo esamineremo altri circuiti integrati digitali.

FLIP-FLOP

Nel capitolo 20 abbiamo parlato dei multivibratori monostabili (che hanno un solo stato stabile) e dei multivibratori astabili (che non hanno stati stabili). Come era lecito attendersi, esiste un terzo tipo di multivibratore che ha due stati stabili: ci vuole un segnale di trigger per commutare l'uscita da uno stato all'altro. Questo componente è chiamato "multivibratore bistabile" o "flip-flop". Talvolta è anche chiamato "memoria temporanea" (latch) oppure "memoria ad un bit". La Figura 22-1 mostra lo schema di un semplicissimo flip-flop: si tratta in pratica di due invertitori che si scambiano i collegamenti di ingresso e d'uscita. Se S1 è chiuso, l'ingresso dell'invertitore B viene portato al potenziale di massa che, in un sistema logico positivo, corrisponde ovviamente ad un livello logico "0". L'invertitore B invece fa passare lo stato logico ad "1". Oltre a costituire l'uscita del circuito, questo segnale viene riportato all'ingresso dell'invertitore A, che riporta lo stato logico a "0" ed applica il segnale stesso all'ingresso dell'invertitore B. L'uscita del circuito rimarrà a livello logico "1" anche se S1 viene riaperto. In altre parole, il circuito si blocca in uno stato di uscita a livello logico "1". Analogamente, nel caso sia chiuso S2, l'ingresso dell'invertitore A viene costretto ad assumere un livello logico "0". L'uscita dell'invertitore A è "1" e questo livello viene portato all'ingresso dell'invertitore B. Questa seconda inversione produrrà all'uscita del circuito un livello "0" e, naturalmente, questo segnale verrà riportato all'ingresso dell'invertitore A, per bloccare il circuito nello stato "0" anche dopo che S2 verrà riaperto. Ciascuno dei due stati d'uscita ("1" o "0") verrà mantenuto stabile fino a quando non verrà comandata la commutazione allo stato inverso. La chiusura di entrambi gli interruttori farà simultaneamente commutare a livello "0" l'ingresso e l'uscita dei due invertitori. A questo punto è impossibile prevedere quale sarà lo stato dell'uscita del flip-flop quando gli interruttori verranno aperti; esso viene definito "stato non ammissibile" e sarebbe opportuno evitare la manovra che lo provoca. La Figura 22-2 è un adattamento del circuito fondamentale, che evita il verificarsi di una condizione non ammissibile. Per ottenere i migliori risultati, il commutatore dovrà essere un deviatore unipolare con contatti momentanei e posizione centrale aperta. Lo svantaggio di entrambi questi circuiti sta nel fatto che possono essere "forzati al cambiamento di stato" (triggered) soltanto mediante interruttori meccanici. I relè possono fornire un certo tipo di funzionamento automatico, ma sono costosi ed ingombranti. Fortunatamente esiste un modo migliore per commutare elettronicamente un flip-flop. La Figura 22-3 mostra una versione migliorata di tale circuito: la commutazione può avvenire tramite le uscite di altre porte logiche. Osservate che questo circuito ha due uscite, contrassegnate Q e Q negato. Il trattino sopra la Q di Q negato indica che si tratta del "complemento" (stato logico opposto) di Q. Se Q è a livello "1", Q negato deve

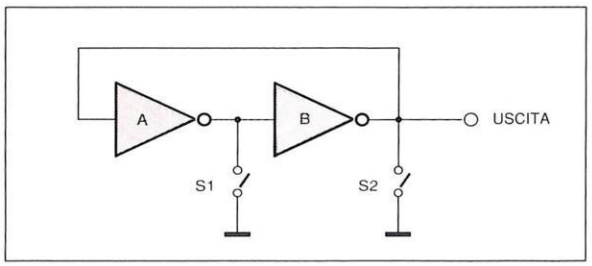


Figura 22-1. Semplice circuito flip-flop.

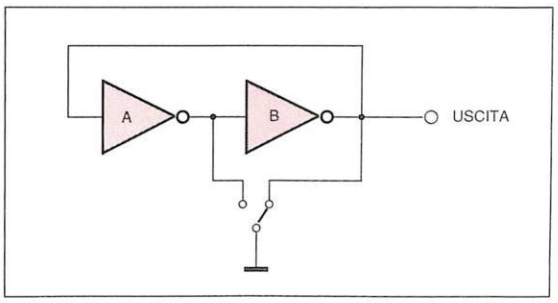


Figura 22-2. Circuito flip-flop migliorato.

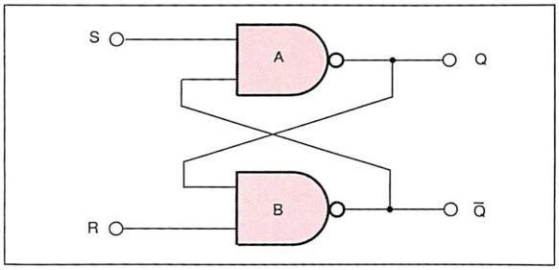


Figura 22-3. Flip-flop RS.

INGRESSI		USCITE	
R	S	Q	$\overline{Q}$
0	0	STATO PRECEDENTE	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	STATO NON AMMISSIBILE	

Tabella 22-1. Tabella della verità per un flip-flop RS.

essere a "0" e se Q è a livello "0", Q negato deve allora essere ad "1". Questo circuito ha due ingressi logici: uno denominato S ("set") e l'altro R ("reset"). Supponiamo che, alla prima attivazione del circuito, S ed R siano entrambi a livello logico "1" e l'uscita Q sia a livello "0". Naturalmente l'uscita Q negato deve essere a livello "1". Gli ingressi della porta A sono S (logico "1") e Q negato (logico "1"). La porta A è una porta NAND e pertanto la sua uscita (Q) rimane a livello logico "0". Analogamente, gli ingressi della porta B sono R (logico "1") e Q (logico "0") e pertanto la sua uscita (Q negato) rimane a livello logico "1". Il circuito rimarrà bloccato in questo stato fintanto che entrambi gli ingressi (S ed R) saranno mantenuti a livello logico "1". Se S viene commutato a livello logico "0", la situazione cambia.

L'uscita Q della porta A viene commutata al livello "1" e questo a sua volta fa passare a livello "0" l'uscita della porta B (Q negato). Anche se S viene viene ora riportato al livello "1", gli stati delle uscite non cambieranno, a causa del modo in cui avviene la retroazione verso gli ingressi delle porte. Il circuito rimane bloccato in questo nuovo stato, e qualsiasi cambiamento del segnale all'ingresso S non avrà alcun effetto sui segnali complementari d'uscita. Ora, portando R a livello "0", cambierà lo stato d'uscita della porta B (Q negato) che ritornerà a livello "1", mentre l'uscita Q della porta A tornerà a livello "0". Ulteriori cambiamenti dell'ingresso R non avranno effetto sulle uscite. In altre parole, un ingresso "0" in S setta il flip-flop (Q = "1" e Q negato = "0") mentre un ingresso "0" in R resetta il flip-flop (Q = "0" e Q negato = "1"). Un livello "1" ad entrambi gli ingressi bloccherà il circuito nella condizione in cui si trovava in precedenza.

Facciamo notare che, anche in questo caso, uno "0" ad entrambi gli ingressi è una condizione non ammissibile che farà assumere all'uscita uno stato non prevedibile. Il nome di questo circuito è "flip-flop set/reset" oppure "flip-flop RS" e la relativa tabella della verità appare in Tabella 22-1.

Flip-flop JK

Un altro tipo comune di multivibratore bistabile è il "flip-flop JK". La sigla JK non ha nessun significato particolare: ha il solo scopo di distinguere questo flip-flop dal tipo RS. Gli ingressi e le uscite di un flip-flop JK sono illustrate in Figura 22-4. Anche in questo caso, ci sono due uscite: Q e Q negato. Q negato è sempre il complemento di Q. Questo componente ha un totale di cinque ingressi: "Preset", "Preclear", "J", "K" e "Clock". Gli ingressi di preset e preclear funzionano analogamente agli ingressi set e clear nei flip-flop RS. Un ingresso "0" al terminale preset costringe immediatamente l'uscita Q al livello logico "1" (e l'uscita Q negato a livello "0"). Analogamente, un ingresso "0" al terminale preclear costringe immediatamente l'uscita

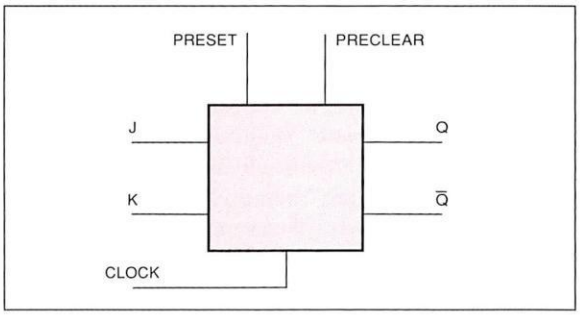


Figura 22-4. Flip flop JK.

Q a passare a livello logico "0" (e Q negato a livello "1"). Se entrambi questi ingressi sono a livello logico "1", l'uscita verrà determinata dagli altri tre ingressi. Non è ammissibile portare entrambi gli ingressi preset e preclear a livello logico "0". Ingressi ed uscite sono riassunti nella tabella della verità che appare in Tabella 22-2. Gli ingressi J e K sono "ingressi sincronizzati". Ciò significa che non hanno effetto sull'uscita fino a quando l'ingresso di clock non riceve il corretto segnale. Ci sono due tipi fondamentali di sincronizzazione: "sincronizzazione a livello" e "sincronizzazione a fronte di commutazione". In un sistema di sincronizzazione a livello, l'ingresso di clock (sincronismo) viene attivato dallo stato logico del segnale d'ingresso. Potrà essere progettato per attivarsi in presenza di un livello "1" oppure di un livello "0", ma non di entrambi. L'ingresso di clock rimarrà attivato fino a quando sarà mantenuto al corretto livello logico. Il sincronismo a fronte di commutazione viene invece attivato dalla transizione da uno stato all'altro. A seconda del progetto di un particolare circuito, possono essere utilizzati sia il passaggio dal livello "0" al livello "1" (fronte positivo) che la transizione da livello "1" a livello "0"

INGRESSI		USCITE	
PRESET	PRECLEAR	Q	$\overline{Q}$
0	0	STATO NON AMMISSIBILE	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	DETERMINATO DAGLI INGRESSI SINCRONIZZATI	

Tabella 22-2. Tabella della verità per gli ingressi preset e preclear di un flip flop JK.

(fronte negativo), ma non assieme. Naturalmente un clock con commutazione a fronte viene attivato per un intervallo di tempo molto più breve rispetto ad un componente attivato da un livello logico definito. Per la gran maggioranza delle applicazioni digitali, si preferiscono i sistemi attivati a fronte di commutazione. I circuiti sincronizzati possiedono un certo numero di vantaggi, soprattutto nell'ambito dei grandi sistemi. In primo luogo, attivando tutti i circuiti secondari di un grande sistema col medesimo segnale di clock, tutte le operazioni possono essere mantenute sincronizzate l'una rispetto all'altra nell'intero sistema, evitando segnali erronei. Un'altra frequente fonte di errori nei circuiti non sincronizzati è costituita dai disturbi sulle linee d'ingresso. E' probabile che l'ingresso sia rumoroso durante la transizione da uno stato all'altro, specialmente quando sono utilizzati commutatori meccanici. Nessun contatto meccanico potrà mai essere perfetto: ogni volta che si usa un commutatore, ci saranno sempre alcuni rimbalzi. Il contatto infatti si chiuderà e si riaprirà rapidamente più volte prima di stabilizzarsi definitivamente nella corretta posizione (vedi Figura 22-5). Per la maggior parte delle applicazioni, questo comportamento non è pregiudizievole, ma nei circuiti digitali può risultare parecchio fastidioso. Se un flip-flop viene infatti pilotato a ciascun impulso spurio d'ingresso, l'uscita risulterà molto rumorosa ed instabile e, di conseguenza, si verificherà una serie di azionamenti indesiderati. Nel corso di questo stesso capitolo, vedremo come ottenere un "commutatore privo di rimbalzi". Poichè gli ingressi cambiano soltanto stato durante il tempo in cui il circuito viene mantenuto inattivo dal clock, per ovviare a questo problema, viene attivato il circuito solamente quando gli ingressi hanno avuto il tempo di stabilizzarsi (basta soltanto una breve frazione di secondo): in questo modo si possono ottenere segnali d'uscita molto puliti ed affidabili. Nella tabella della verità riportata nella Tabella 22-3, "T" significa che il clock è attivato ed "N" che il clock non è attivato. Facciamo notare che, se entrambi gli ingressi J e K sono a livello logico "1", le uscite invertiranno il loro stato ogni volta che al clock viene inviato un segnale. Per esempio, supponiamo che l'ingresso Q inizi a "0" (Q negato = "1"). Al primo impulso di clock Q sarà a livello "1" (Q negato = "0"). Il secondo impulso di

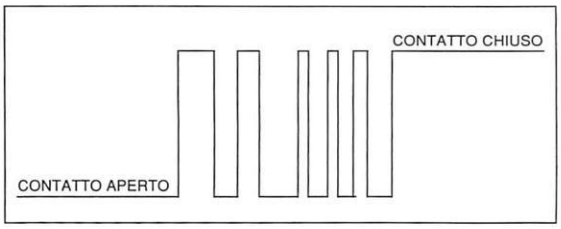


Figura 22-5. Ecco come appaiono ad un circuito digitale i rimbalzi di un interruttore meccanico.

INGRESSI			USCITE	
J	K	CLOCK	Q	$\overline{Q}$
0	0	N	NESSUNA VARIAZIONE	
0	0	T	NESSUNA VARIAZIONE	
0	1	N	NESSUNA VARIAZIONE	
0	1	T	0	1
1	0	N	NESSUNA VARIAZIONE	
1	0	T	1	0
1	1	N	NESSUNA VARIAZIONE	
1	1	T	GLI STATI DELLE USCITE SI INVERTONO (0 diventa 1 e 1 diventa 0)	

Tabella 22-3. Tabella della verità per gli ingressi di clock di un flip-flop JK.

clock riporterà Q a "0" (Q negato = "1"). Il terzo impulso di clock riporterà Q a livello logico "1" (Q negato = "0") e così via.

Flip-Flop tipo D

Il flip flop JK è molto utile e versatile e non ci sono condizioni inammissibili per i suoi ingressi sincronizzati (nella maggior parte delle applicazioni, Preset e Preclear non vengono usati). La necessità di due ingressi, oltre a quello di clock, rende però il flip-flop JK scomodo in alcune applicazioni. Il problema può essere risolto utilizzando il flip flop "tipo D" (la D sta per "dati"). La Figura 22-6 mostra che un flip flop tipo D è composto da un flip-flop JK e da un invertitore. Gli ingressi J e K avranno sempre livelli logici opposti. Se J è "1", K sarà "0", e viceversa. La Tabella 22-4 contiene la tabella della verità di un flip-flop tipo D. Anche i flip-flop tipo D hanno gli ingressi di preset e di preclear, che hanno le stesse funzioni di quelli visti per il flip-flop JK. La Figura 22-7 mostra un flip-flop pilotato esclusivamente mediante l'ingresso di sincronismo (clock). L'ingresso D è collegato all'uscita Q negato per cui il clock attiverà, ad ogni suo impulso il flip-flop in corrispondenza del fronte di salita. Supponiamo che l'uscita Q sia inizialmente a livello logico "1". Ciò significa che Q negato, e di conseguenza D, sono a livello logico "0". Il circuito rimane stabile in queste condizioni fino a quando non giunge un impulso di clock; non appena questo accade, il circuito controlla il dato presente all'ingresso D e poichè questo è uno "0", l'uscita Q andrà a "0" e la Q negato a "1", come conferma la tabella della verità di Figura 22-4. Questo livello "1"

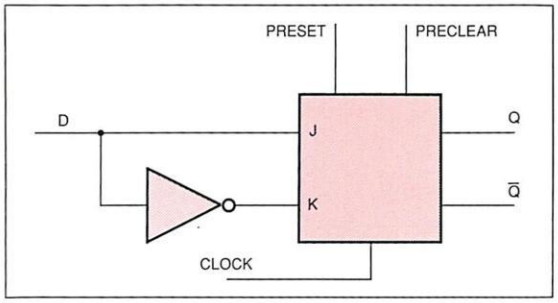


Figura 22-6. Conversione di un flip-flop JK in un flip-flop tipo D.

D (INGRESSO)	USCITE	
	Q	$\overline{Q}$
0	0	1
1	1	0

Tabella 22-4. Tabella della verità per un flip-flop tipo D.

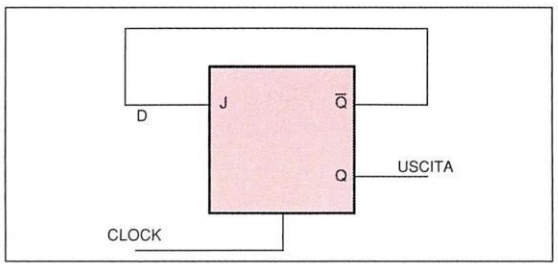


Figura 22-7. Un flip-flop tipo D pilotato esclusivamente dal suo ingresso di clock: forma un contatore binario ad una cifra.

viene riportato all'ingresso D e il circuito, visto che nel frattempo l'impulso di clock è transitato, rimarrà stabile in questa nuova situazione fino al successivo impulso. Quando il clock viene riattivato, il livello "1" all'ingresso D riporta Q ad "1" (devere tabella della verità) e Q negato a "0": così si ritorna alle condizioni di partenza. I segnali d'ingresso e d'uscita sono illustrati in Figura 22-8. E' bene osservare che, mentre all'ingresso può essere presente un segnale rettangolare, in uscita vi sarà sempre un segnale quadro. Da notare inoltre che ci vogliono due cicli completi di clock per produrre un ciclo completo d'uscita. Ciò significa che la frequenza d'uscita è uguale alla metà esatta della frequenza d'ingresso. Per questo motivo, un circuito di questo tipo viene spesso denominato "divisore di frequenza" in quanto divide per due la frequenza di clock.

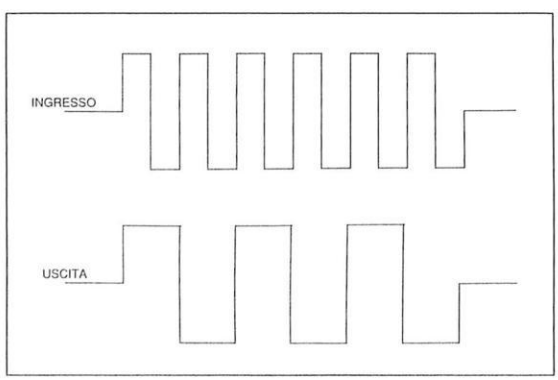


Figura 22-8. Segnali d'ingresso e d'uscita per il circuito di figura 22-7.

CONTATORI

Il circuito mostrato in Figura 22-7 funziona anche come contatore binario: conta in forma binaria gli impulsi di clock in arrivo. Tuttavia, poichè il sistema binario ha soltanto due cifre e questo contatore può gestire solamente un'unica colonna di cifre, il conteggio ricomincia ogni due impulsi: 0-1-0-1-0-1-0-1-... Il campo di conteggio può essere esteso, in modo da poter gestire numeri più grandi, aggiungendo ulteriori stadi a flip-flop, come mostrato in Figura 22-9: si tratta di un contatore a tre stadi, di cui ora analizzeremo il funzionamento. Gli ingressi di preset e preclear di ognuno dei tre flip-flop sono collegati fra loro. Gli ingressi di preset sono collegati al positivo di alimentazione e, pertanto, sono costantemente mantenuti a livello logico "1". Ricordate: è sempre sottinteso che ogni circuito integrato debba avere i piedini di alimentazione collegati all'alimentatore, anche se questo non è evidenziato sullo schema elettrico. I tre ingressi di preclear vanno ad un unico deviatore unipolare, mantenuto normalmente chiuso (come mostrato sullo schema). In questa posizione, il commutatore invia un livello logico "1" agli ingressi di preclear per cui, secondo la tabella della verità di Tabella 22-4, se entrambi gli ingressi preset e preclear sono a livello logico "1", l'uscita verrà determinata dal segnale di clock e dallo stato logico dell'ingresso D. Se però l'interruttore viene spostato sull'altra posizione, viene applicato un livello "0" agli ingressi di preclear, forzando ciascuna delle uscite Q ad assumere livello "0" (naturalmente ciascuna uscita Q negato andrà a livello "1"), senza alcuna considerazione per lo stato precedente. Questo commutatore azzera il contatore, portando le sue uscite a 000. Cominceremo da questa condizione 000 iniziale, per osservare cosa succede all'arrivo di ogni impulso di clock, supponendo che l'ingresso di clock si attivi in corrispondenza al fronte di commutazione positivo (cioè nel passaggio da "0" ad "1").• Impulso di clock No. 1. Il flip flop A riceve un livello "1" al suo ingresso D (poichè D è collegato a Q negato). Quando viene ricevuto il primo impulso di clock, QA va ad "1" e QA negato va a "0". Il flip-flop B viene sincronizzato dalla transizione tra "0" ed "1" dell'uscita Q negato del flip flop A e poichè QA negato è passato da "1" a "0", nessun impulso di clock verrà applicato al flip-flop B: il suo stato rimarrà invariato. Analogamente il flip-flop C viene sincronizzato da QB negato. Questo ingresso non viene triggerato durante questo impulso di clock e pertanto il livello d'uscita del flip-flop C rimane anch'esso invaria-

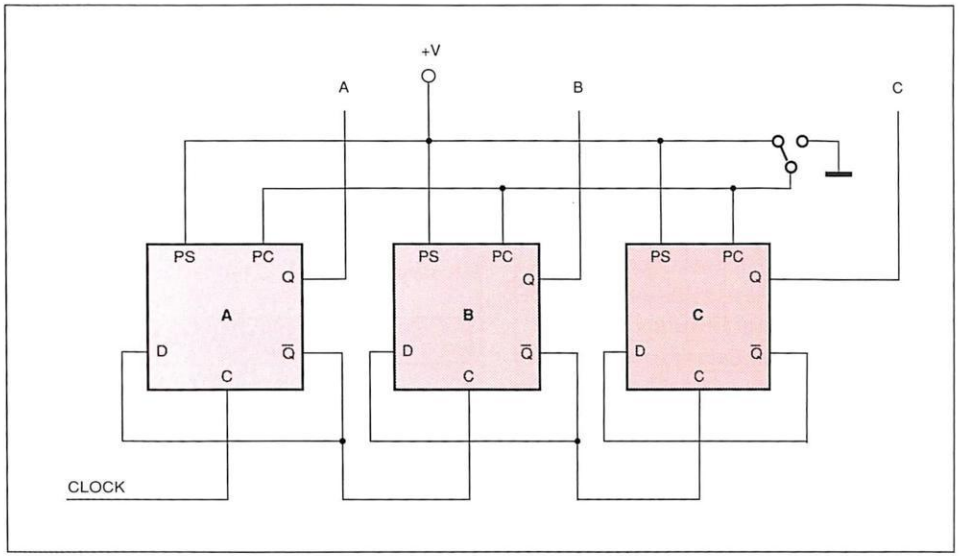


Figura 22-9. Contatore a tre stadi.

to. Leggendo le uscite da destra a sinistra (cioè C-B-A) si ottiene il numero binario 001, cioè "1".• Impulso di clock No. 2. QA negato è a "0".
Questo livello "0" viene riportato a DA. Quando arriva l'impulso di clock, QA va a "0" e QA negato va ad "1". Poichè QA negato transita da "0" ad "1", anche il flip flop B viene attivato.
In origine le sue uscite erano QB = "0" e QB negato = "1": pertanto il livello "1" all'ingresso DB fa commutare QB ad "1" e QB negato a "0". Il flip-flop C rimane sempre disattivato.
Leggendo le uscite da destra a sinistra si ottiene ora il numero binario 010, cioè 2.• Impulso di clock no. 3. Questo impulso si comporta alla pari dell'impulso "1", facendo commutare QA ad "1" e QA negato a "0" e lasciando immutati i flip-flop B e C.
In uscita si legge 011, ovvero 3.• Impulso di clock No. 4. Essendo DA a livello "0", QA commuta a "0" e QA negato commuta a "1".
La transizione tra "0" ed "1" di QA negato attiva il flip flop B. Poichè DB è alimentato dal livello "0" di QB negato, QB passa a livello "0" e QB negato va a "1". Poichè QB negato presenta, in questa occasione, una transizione da "0" a "1", anche il flip-flop C viene attivato. QC commuta a "1" e QC negato a "0". Leggendo le uscite da destra a sinistra, si ottiene ora il numero binario 100, ovvero 4. • Impulso di clock No. 5. Anche in questo caso viene attivato soltanto il flip-flop A. Osservate che qualsiasi impulso con numerazione progressiva dispari fa scattare esclusivamente il primo flip-flop. QA commuta a livello logico "1" e QA negato va a livello logico "0".
All'uscita si leggerà ora 101, ovvero 5. • Impulso di clock No. 6. QA commuta da "1" a "0" e QA negato da "0" a "1". Questo fa scattare il flip-flop B, mandando QB da "0" a "1" e QB negato da "1" a "0". Il flip-flop C non viene attivato e pertanto le sue condizioni d'uscita rimangono le stesse. Il numero binario all'uscita è ora 110, cioè 6.• Impulso di clock 7. Come per gli altri impulsi di clock con progressivo dispari, viene attivato il solo flip-flop A. All'uscita si ottiene ora il numero binario 111, ovvero 7.• Impulso di clock No. 8. QA commuta da "1" a "0" e QA negato da "0" a "1", attivando il flip-flop B. QB commuta da "1" a "0" e QB negato da "0" a "1", attivando il flip-flop C. Anche QC commuta da "1" a "0" e QC negato da "0" a "1". Il numero binario dopo l'ottavo impulso di clock è nuovamente 000. Il contatore è stato azzerato, ed è pronto a ricevere un'altra serie di impulsi di conteggio. Questa configurazione continuerà a ripetersi fintanto che continueranno ad arrivare impulsi di clock. La Figura 22-10 confronta l'ingresso (clock di A) ed i tre segnali d'uscita (A, B e C). Osservate che A è pari a metà della frequenza di clock originale. B è metà della frequenza di A, ovvero 1/4 della frequenza di clock originale. C è metà della frequenza di B, ovvero la frequenza originale di clock divisa per 8.
Se, per esempio, la frequenza di clock era di 6000 Hz, l'uscita A sarà di 3000 Hz, l'uscita B di 1500 Hz e l'uscita C di 750 Hz. In altre parole, un contatore può essere usato come divisore per le frequenze più elevate. Il conteggio (o la divisione di frequenza) può essere esteso a qualsiasi colonna di cifre binarie. Si possono cioè realizzare circuiti contatori che contino per 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 e così via.
Il massimo numero di conteggi viene chiamato "modulo" del contatore. Tenete presente che un contatore binario conta in effetti da "0" ad un'unità in meno del modulo. Per esempio, un contatore a modulo 4 conterà 00 - 01 - 10 - 11 - 00 - 01 - 10 - 11 - 00 - 01 - 10 - 11 ...
Ovvero, tradotto in decimale, il conteggio sarà 0 - 1 - 2 - 3 - 0 - 1 - 2 - 3 - 0 - 1 - 2 - 3 ...
Supponiamo che sia necessario un contatore con un modulo che non faccia parte della normale serie binaria. Per esempio, diciamo di voler contare con un modulo 6. Poichè 6 in binario corrisponde a 110, questo

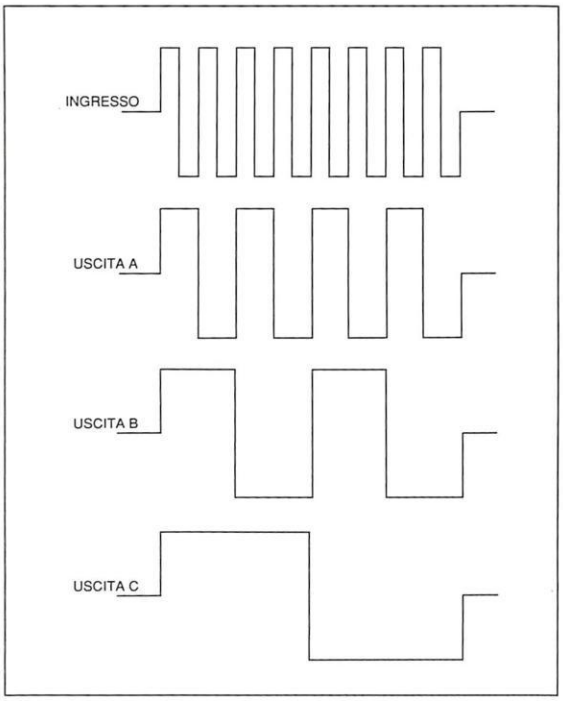


Figura 22-10. Segnali d'ingresso e d'uscita del circuito di figura 22-9.

conteggio non può essere ottenuto con un numero intero di flip-flop.

Sarà indispensabile un sistema per riportare a 000 il conteggio dopo 101 (5). In Figura 22-11 è indicata la soluzione. L'uscita verso la porta NAND viene riportata all'ingresso di preclear. Ricordate che un livello logico "0" su questa linea d'ingresso costringerà tutti gli ingressi Q a ritornare a "0".

L'uscita della porta NAND sarà a livello logico "1", a meno che entrambi gli ingressi QA e QC siano a livello "1". Ogni volta che questo accade, l'uscita della porta logica va a livello "0", permettendo all'ingresso preclear di riportare a "0" il contatore. Come mostra la Tabella 22-5, il numero binario 101 (5) è il primo punto del ciclo in cui A e C sono a livello logico "1". E' bene osservare che lo stato di B non ha importanza in questo caso.

USCITA BINARIA	USCITA GATE	NUMERO DECIMALE
000	1	0
001	1	1
010	1	2
011	1	3
100	1	4
101	0	5
110*	1	6
111*	0	7
* Queste situazioni non si verificano mai		

Tabella 22-5. Tabella della verità per il circuito di figura 22-11.

In teoria, l'ingresso di preclear potrebbe anche essere attivato dal binario 111 (7), ma questo numero non verrà mai raggiunto. Di conseguenza, con il giusto numero di flip-flop e le appropriate porte logiche, possiamo realizzare un contatore per qualsiasi numero intero a scelta. Poichè il nostro normale sistema di calcolo è in base 10, risulterà particolarmente utile un contatore a modulo 10, che consisterà in una stringa di 4 flip-flop, azzerati dopo il conteggio di 1001 (9). Questa particolare configurazione di contatore è disponibile in alcuni contenitori singoli di circuiti integrati (con leggere variazioni da un tipo all'altro). Un contatore binario in

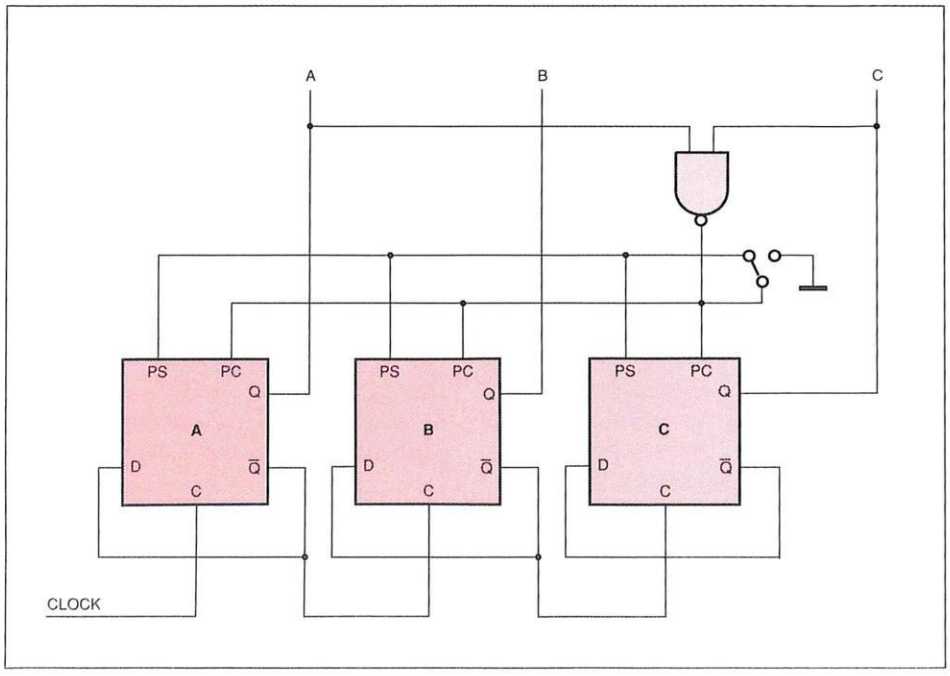


Figura 22-11. Contatore a modulo 6.

modulo 10 viene spesso chiamato BCD (abbreviazione di Binary Coded Decimal = decimale codificato in binario). In Tabella 22-6 è indicata la sequenza degli stati d'uscita di un BCD. I BCD sono particolarmente

INGRESSO BINARIO	EQUIVALENTE DECIMALE
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	stato non ammissibile
1011	stato non ammissibile
1100	stato non ammissibile
1101	stato non ammissibile
1110	stato non ammissibile
1111	stato non ammissibile

Tabella 22-6. Uscita di un contatore BCD.

utili per convertire dati binari in numeri decimali da visualizzare su display. Le quattro linee d'uscita del contatore vengono applicate ad un altro circuito integrato, chiamato "decodificatore/pilota", che riordina i segnali assegnandoli a sette uscite. Queste sette uscite vengono collegate ai sette segmenti di un display a LED, che si accenderanno in modo da formare l'equivalente decimale del numero binario applicato all'ingresso del decodificatore.

La sezione di pilotaggio serve ad aumentare il fan-out, in modo che il circuito possa agevolmente sopportare la corrente, relativamente elevata, assorbita dai LED. Alcuni decodificatori/piloti sono progettati per l'utilizzo con display a "catodo comune".

Altri sono previsti per l'utilizzo con display ad "anodo comune".

In Figura 22-12, è visibile la disposizione standard di questi componenti. Le sezioni del decodificatore e del pilota sono montati di solito (ma non sempre) in un singolo chip.

REGISTRI A SCORRIMENTO

La Figura 22-13 mostra una variante del circuito contatore fondamentale, che non deve effettuare necessariamente il conteggio in modo sequenziale: ad ogni specifico impulso di clock, l'ingresso iniziale D può essere portato a livello "0" oppure a "1" mediante un segnale esterno. Supponiamo che le uscite partano tutte dalla condizione 000. All'impulso di clock No. 1 verrà inviato all'ingresso un livello logico "1". Per tutti gli altri impulsi di clock verranno immessi livelli "0". Analizziamo ora cosa succede all'arrivo di ogni impulso di clock.• Impulso di clock No. 1. Osservate che le uscite Q negato non sono usate (anche se potrebbero esserlo, qualora alcune particolari applicazioni richiedessero uscite complementari). Ricordate che una commutazione di stato può aver luogo una sola volta

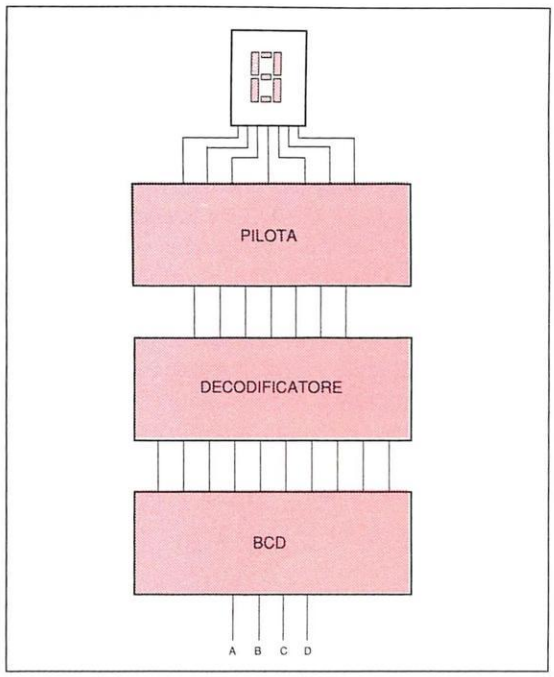


Figura 22-12. Circuito comprendente un contatore BCD, un decodificatore ed un pilota per il display.

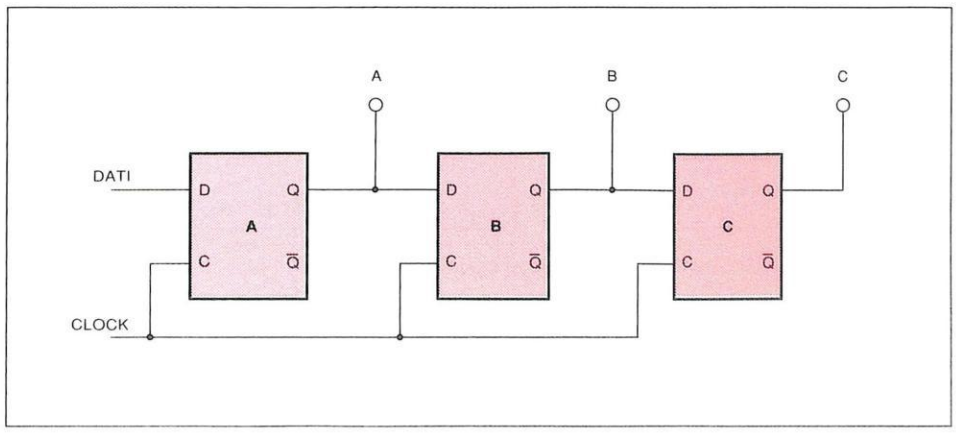


Figura 22-13. Registro a scorrimento SIPO.

durante un dato impulso di clock: è una condizione essenziale per il corretto funzionamento ed è il motivo per cui, in questo genere di circuiti, viene usata soltanto la sincronizzazione a commutazione. Nel nostro esempio supponiamo che la sincronizzazione avvenga sul fronte di salita del segnale (transizione da "0" a "1"), anche se, con modifiche minime, si può sincronizzare anche la transizione negativa sul fronte di discesa (da "1" a "0"). QB è a livello "0" e pertanto anche DC è a "0", il che lascia QC a livello "0" quando viene ricevuto l'impulso di clock. Analogamente, lo stato iniziale "0" di QA viene applicato a DB, mantenendo QB a "0". Se all'ingresso DA applichiamo però un livello logico "1", otterremo che anche QA andrà a"1" e le uscite da destra a sinistra (C-B-A), formeranno il numero binario 001.• Impulso di clock No. 2. QB è ancora a livello "0" e pertanto non c'è variazione nello stato d'uscita del flip-flop C. QA è a livello "1" e questo viene applicato a DB: pertanto QB viene ora commutato ad "1". DA (ingresso del sistema) riceve a questo punto un livello "0" costante e pertanto QA ritorna a livello logico "0". L'uscita binaria (da destra a sinistra) è ora 010.• Impulso di clock No. 3. QB e, di conseguenza, DC sono a livello logico "1" e pertanto QC commuta ad "1". QA/DB è a livello logico "0" e pertanto l'uscita del flip-flop B ritorna a "0". Con DA sempre a livello logico "0", l'uscita binaria (da destra a sinistra) è ora 001.• Impulso di clock No. 4. QB/DC è a livello logico "0" e pertanto anche QC commuta a "0". Anche i primi due stadi (A e B) hanno uno "0" ai loro ingressi e quindi le loro uscite rimangono a livello "0". L'uscita è dunque ritornata a 000, condizione di azzeramento iniziale. Le uscite rimarranno a "0" fino al momento in cui verrà introdotto nel sistema un altro livello logico "1" attraverso l'ingresso DA. Osservate che il livello "1" si sposta di volta in volta lungo tutte le uscite. Questo tipo di circuito si chiama infatti "registro a scorrimento" ed è utile quando una determinata informazione digitale deve essere applicata a diversi circuiti secondari, in istanti leggermente diversi ed in una particolare sequenza. Potrebbe anche essere chiamato "linea di ritardo digitale". Una cifra di informazione digitale (un singolo "0" od "1") viene chiamata "bit". I bit sono solitamente raggruppati in "parole" o "byte". I byte sono lunghi normalmente 4, 8 o 16 bit. Tutti i byte compresi in un dato sistema avranno naturalmente la medesima lunghezza. La maggior parte dei registri a scorrimento è progettata per trasportare un intero byte d'informazione digitale. Il registro a scorrimento mostrato in Figura 22-13 accetta i dati in modo seriale (un bit dopo l'altro) mentre l'uscita avviene in parallelo (tutti i bit sono disponibili simultaneamente). E' chiamato registro a scorrimento SIPO (Serial In Parallel Out = ingresso seriale con uscita in parallelo). Il SIPO è probabilmente il registro a scorrimento più comunemente utilizzato, ma sono anche possibili altre combinazioni. La Figura 22-14 mostra un registro SISO (Serial In Serial Out = ingresso seriale con uscita seriale). In Figura 22-15 è illustrato un registro PISO (Parallel In Serial Out = ingresso parallelo con uscita

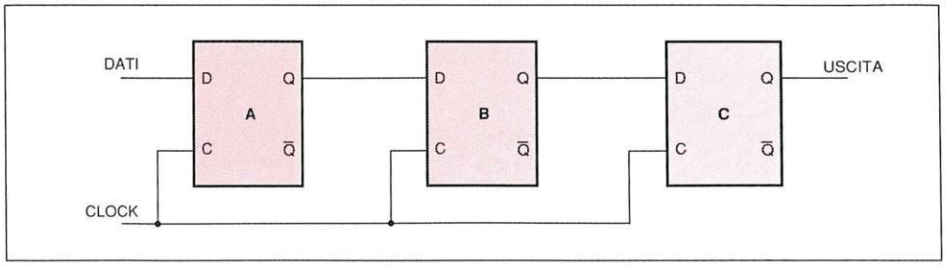


Figura 22-14. Registro a scorrimento SISO.

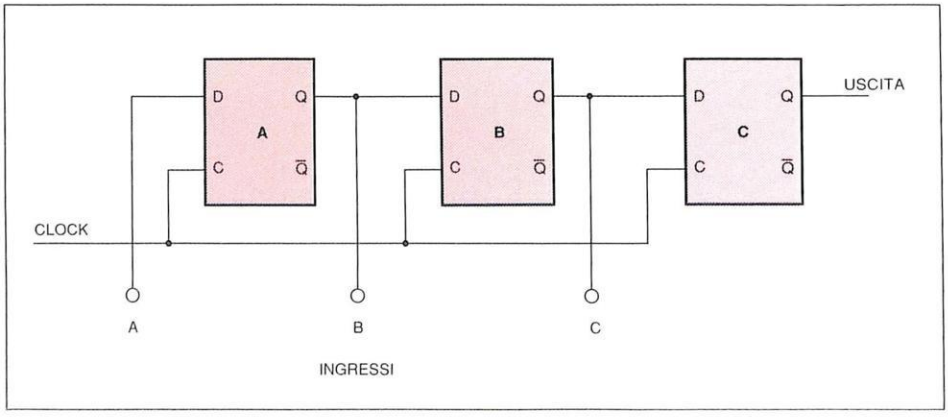


Figura 22-15. Registro a scorrimento PISO.

seriale), mentre in Figura 22-16 si vede un registro PIPO (Parallel In Parallel Out = ingresso parallelo con uscita parallela). E' anche possibile costruire un registro a scorrimento con ingressi e/o uscite entrambi seriali o paralleli.

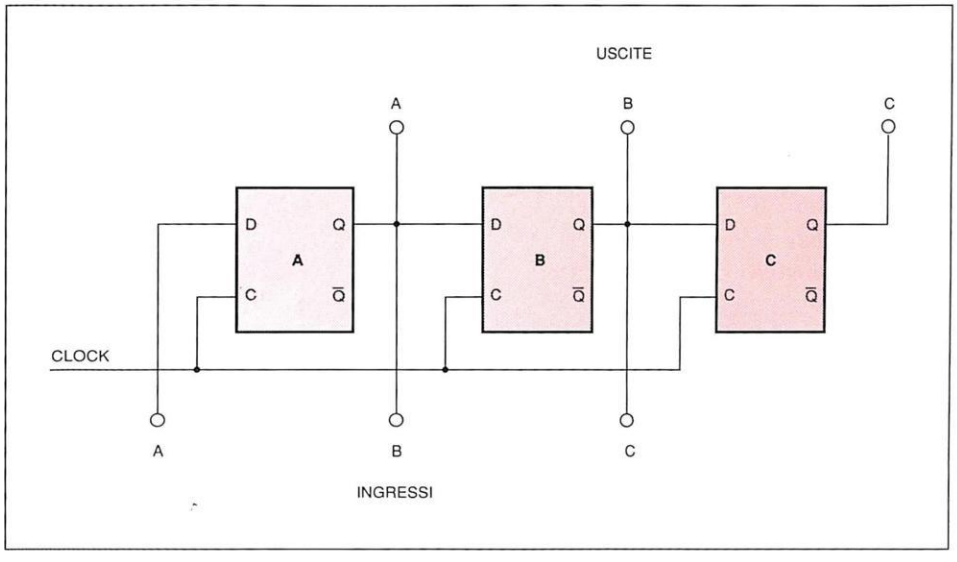


Figura 22-16. Registro a scorrimento PIPO.

Esistono molti altri componenti digitali, ma la maggior parte di questi è formata dalla combinazione degli elementi fondamentali descritti in questi ultimi due capitoli.

Molte funzioni digitali complesse (che incorporano parecchi componenti base) sono disponibili sottoforma di circuiti integrati MSI od LSI a singolo chip.

Risposte al TEST DI VERIFICA del capitolo n.21

1. B	**6.** A
2. C	**7.** B
3. A	**8.** C
4. B	**9.** D
5. B	**10.** A

TEST DI VERIFICA

1. Con quale altro nome si può chiamare un circuito flip-flop?
A. *Porta digitale*
B. *Multivibratore astabile*
C. *Multivibratore bistabile*
D. *Multivibratore monostabile*
E. *Nessuno di questi*

2. Cosa succede nel momento in cui un flip-flop viene attivato?
A. *L'uscita cambia stato*
B. *L'uscita commuta a livello basso*
C. *L'uscita commuta a livello alto*
D. *L'uscita rimane invariata*

3. Quale dei seguenti non è un tipo standard di flip flop?
A. *JK*
B. *RS*
C. *QS*
D. *D*
E. *Nessuno di questi*

4. Quale tipo fondamentale di circuito viene usato per costruire un contatore multistadio?
A. *Porte AND*
B. *Amplificatori*
C. *Flip-flop*
D. *Trigger di Schmitt*
E. *Nessuno di questi*

5. Qual'è il numero massimo a cui può arrivare un contatore binario a cinque stadi?
A. *10000*
B. *11111*
C. *100000*
D. *111111*
E. *Nessuno di questi*

6. Qual'è il massimo numero a cui può arrivare un contatore decimale a cinque stadi?
A. *32*
B. *16*
C. *50*
D. *31*
E. *Nessuno di questi*

7. Se l'uscita Q di uno stadio contatore ha livello logico "1", quale sarà il valore di Q negato?
A. *"1"*
B. *"0"*
C. *Nè "0" nè "1"*

8. Per quale fattore può dividere una frequenza uno stadio contatore?
A. *0,2*
B. *3*
C. *4*
D. *2*
E. *Nessuno di questi*

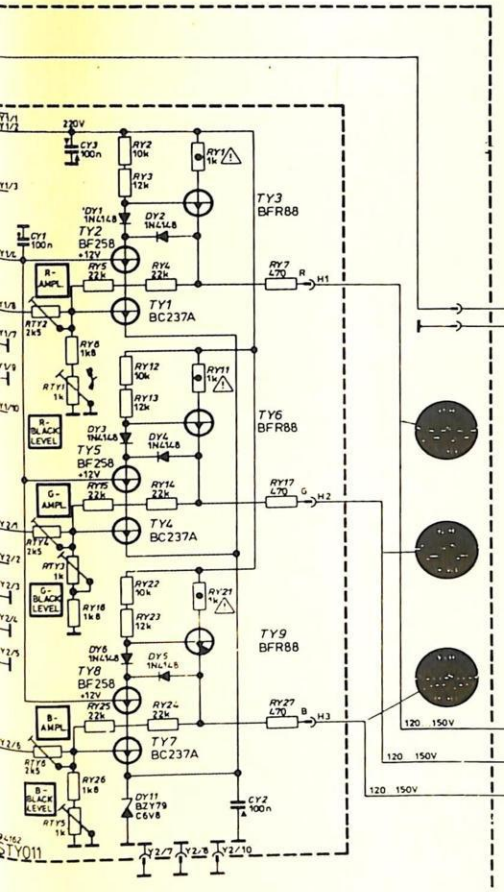
9. Quale dei seguenti stati non è ammissibile in un circuito BCD?
A. *0000*
B. *1001*
C. *0111*
D. *1101*
E. *Nessuno di questi*

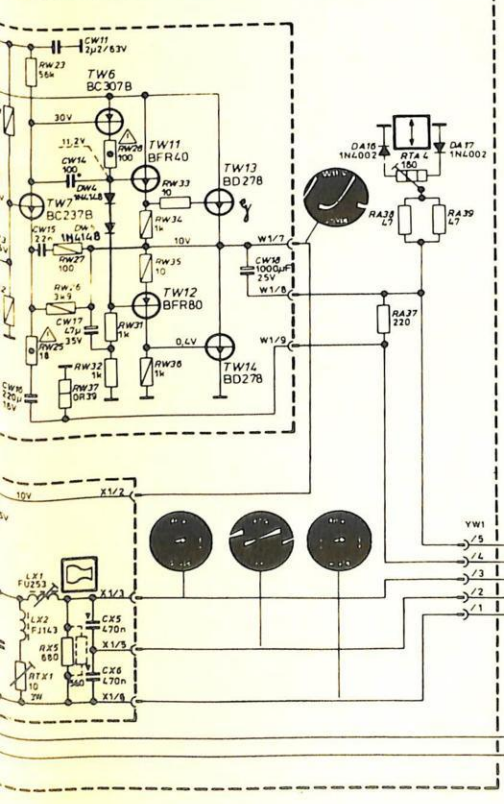
10. Quante uscite ha un registro a scorrimento PISO a 6 stadi?
A. *Una*
B. *Due*
C. *Cinque*
D. *Sei*
E. *Nessuno di questi valori è esatto*

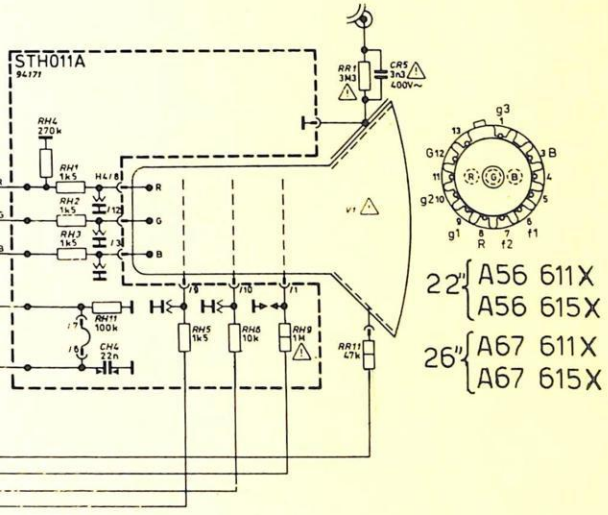
Le risposte sono alla fine del capitolo n.23

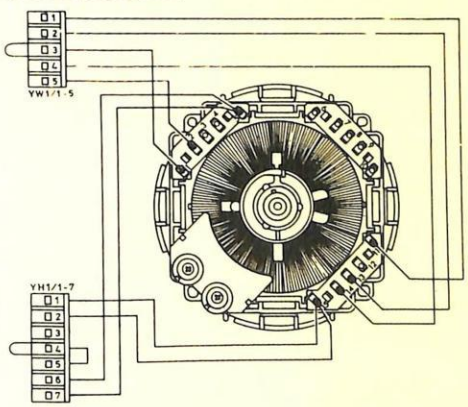
1622 Melody 22"
1627 Ideal Space 27"
2022 Sibelius 22"
2027 Sibelius 27"
2027 ST Ideal Space 27"

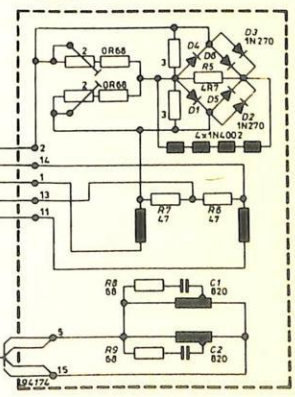
Telaio WW291









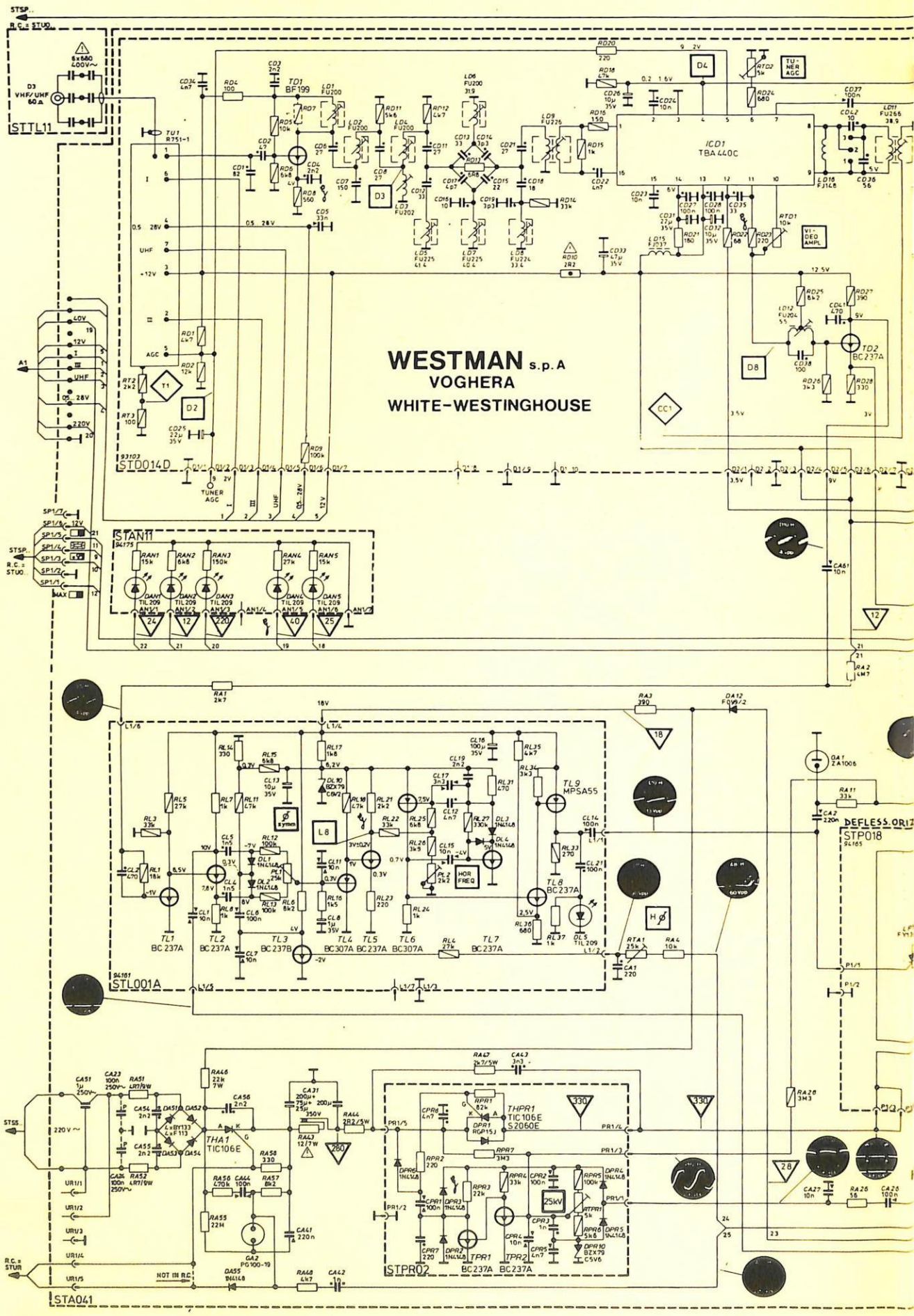


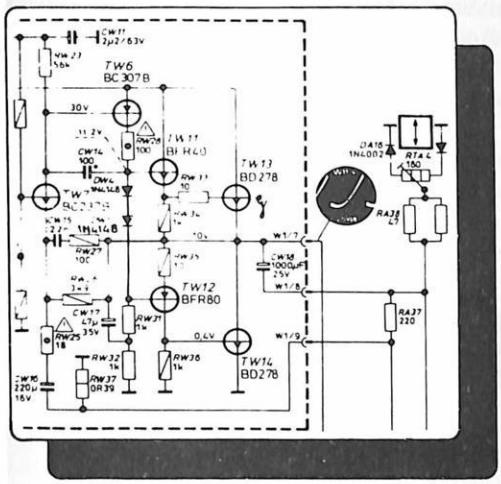
WESTMAN s.p.A
VOGHERA
LIC. WHITE-WESTINGHOUSE
CORPORATION - PITTSBURGH - USA

NB. I componenti marcati devono essere sostituiti solo con componenti originali o componenti a norme di sicurezza.

Tutti i circuiti stampati ed il coperchio posteriore sono pure a norme di sicurezza.

	Ceram.	Polystyrene	Polyester Polycarb.	Polypropylen
	≥ 63 V	≥ 63 V	100 V	1,5 kV
¼ W	160 V	160 V	160 V	Tantalum
½ W	250 V	250 V	250 V	
1 W	500 V	500 V	400 V	Paper


WESTMAN s.p.A
VOGHERA
WHITE-WESTINGHOUSE
STTL11
STD014D
STAN11
STL001A
STPR02
STA041
STP018
DEFLESS.ORIZ
ICD1
TBA440C
TU1
R751-1
TD1
BF199
TD2
BC237A
TL1
BC237A
TL2
BC237A
TL3
BC237B
TL4
BC307A
TL5
BC237A
TL6
BC307A
TL7
BC237A
TL8
BC237A
TL9
MPSA55
THA1
TIC106E
THPR1
TIC106E
S2060E
TPR1
BC237A
TPR2
BC237A
TUNER AGC
VI-DEO AMPL
HOR FREQ
25kV
NOT IN R.C.
STSS.
R.C. = STUD.
STSP.
A1
D3
VHF/UHF
60Ω
6x680
400V~
220V~

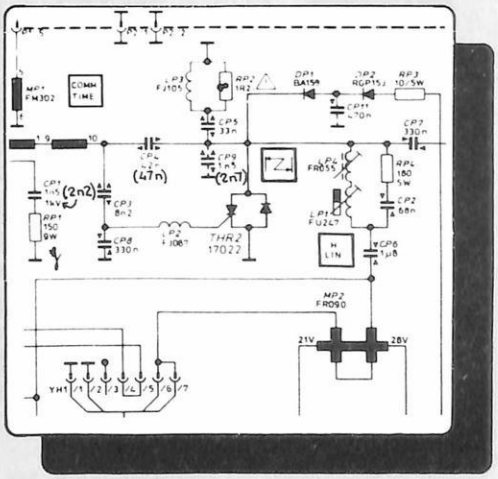


MODELLO : WESTINGHOUSE WESTMAN

SINTOMO : Linea orizzontale attraverso lo schermo buio

PROBABILE CAUSA : Mancanza del sincronismo verticale

RIMEDIO : Sostituire i transistori TW13 e TW14 entrambi modello BD278

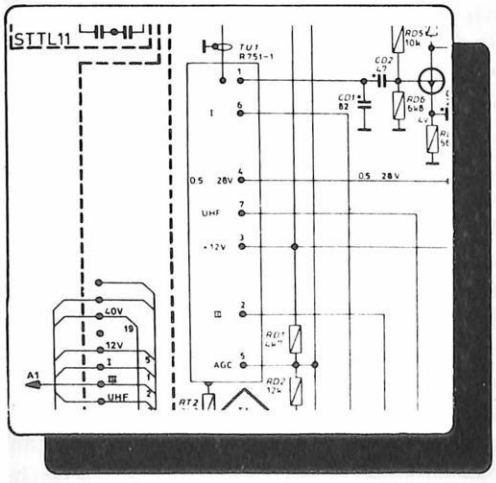


MODELLO : WESTINGHOUSE WESTMAN

SINTOMO : Schermo buio e mancanza dell'alta tensione

PROBABILE CAUSA : Interruzione nella catena dell'orizzontale

RIMEDIO : Sostituire l'SCR THR2 modello 17022



MODELLO : WESTINGHOUSE WESTMAN

SINTOMO : Non si ricevono nè i canali VHF nè quelli UHF

PROBABILE CAUSA : Circuito di sintonia fuori uso

RIMEDIO : Sostituire il gruppo TU1 modello R751-1

Radiantistica

Inserto speciale radioamatori e CB

UN TELAIO PER RICEVERE MEGLIO

di A. Cattaneo

L'antenna a telaio, è sicuramente stata una delle prime forme di antenna ricevente e il suo impiego risale ai primi tempi delle comunicazioni senza fili.

Nel corso degli anni i telai sono stati costruiti in svariate forme e dimensioni, e solitamente i più grandi venivano fatti in forma di bobina a spirale, o solenoide, avvolta su una croce o un'intelaiatura in legno, come si vede in Figura 1.

La maggior parte dei ricevitori portatili e molti apparecchi domestici erano dotati di antenna a telaio incorporata. Con la sua comparsa la bacchetta di ferrite, o antenna loopstick come veniva chiamata da principio, soppiantò presto il telaio negli apparecchi portatili e casalinghi. Questo avvenne non perchè la bacchetta di ferrite fosse necessariamente un miglior dispositivo per captare i segnali, ma perchè era più piccola e più facile da produrre in massa.

Si può agevolmente dimostrare che la cattura di segnale di una ferrite è approssimativamente uguale a quella di un'antenna a telaio di diametro uguale alla lunghezza della bacchetta di ferrite. Così una bacchetta di ferrite media, lunga diciamo 150 mm, fornirà al ricevitore un segnale pressapoco uguale a quello di un'antenna a telaio

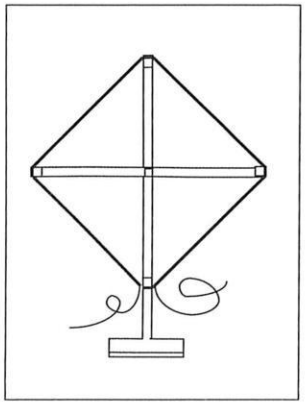


Figura 1. L'antenna a telaio classica era grande e non molto bella da vedere. Con l'avvento dell'era del transistor si è imposta la miniaturizzazione, ed è nata così l'antenna a nucleo di ferrite.

del diametro di circa 150 mm. Dato che la cattura di segnale dell'antenna a telaio è proporzionale al quadrato del diametro è facile vedere che non occorre un telaio di proporzioni gigantesche per avere prestazioni superiori anche a quelle della più grande bacchetta in ferrite disponibile. In aggiunta, alle frequenze più alte il telaio ha un'efficienza migliore di quella della normale bacchetta in ferrite, che mostra perdite crescenti al disopra dei 2 - 3 MHz.L'antenna a telaio viene solitamente accordata mediante un condensatore variabile e la sua uscita è accoppiata direttamente, o in forma induttiva, con un secondo avvolgimento di piccole proporzioni, all'ingresso del ricevitore.

Il principale vantaggio di un'antenna a telaio rispetto al tradizionale lungo filo è una notevole riduzione della cattura del rumore. Questa riduzione è dovuta al fatto che il telaio può essere accordato. Inoltre è direzionale, e di dimensioni più piccole. Può essere che un lungo filo capti più segnale, ma può anche darsi che la leggibilità del

segnale sia peggiore, specialmente con i segnali deboli dovuti al rumore di larga banda. Un miglioramento del rapporto segnale/rumore è il maggior vantaggio del telaio, assieme alla maggiore selettività dovuta al fatto che il telaio è accordato con la frequenza che si sta ricevendo.
Nonostante i suoi vantaggi, l'antenna a telaio ha avuto la tendenza a restare piuttosto nell'oscurità. La ragione di questo fatto è da cercare nel costo e nella difficoltà della produzione in massa di intelaiature di legno e di avvolgimenti in tensione, e dall'aspetto generalmente ingombrante e non troppo attraente del dispositivo. L'antenna è stata progettata per superare questi problemi in quanto facile da costruire, efficiente, ed anche discretamente bella da vedere.
L'intelaiatura in legno è stata eliminata. Ciò è stato reso possibile dall'impiego di cavo piatto a 16 fili per l'avvolgimento della bobina del telaio. Questa viene formata collegando ad anello i capi finali del cavo con quelli iniziali. Lo si fa applicando alle due estremità del cavo spine e prese IDC (insulation displacement connector, connettore a rimozione dell'isolamento), su un circuito stampato che collega a incrocio i capi di cavo.
Un commutatore a tre posizioni, sei vie sulla basetta del circuito stampato permette tre combinazioni di accoppiamento serie/parallelo che danno tutte le spire, la metà o un quarto pur usando sempre tutto il filo per avere la massima efficienza.
Il cavo a 16 conduttori è usato come cavo a otto conduttori mediante collegamento in parallelo, per aumentare il Q della bobina e per semplificare la disposizione di piste del circuito stampato. In realtà sono utilizzati nel telaio principale sette paia di fili e un filo singolo, mentre il restante filo singolo è utilizzato come spira a bassa impedenza di accoppiamento d'uscita nel modo a telaio passivo.
L'avvolgimento di cavo piatto è sostenuto da una striscia larga 30 mm di materiale fibroso nero foggiata a cerchio. Il cavo le viene fissato mediante nastro di plastica nero. Così si ha un telaio circolare auto-supportante che è ancora abbastanza leggero.
Il telaio può essere facilmente inserito e disinserito ed è tenuto a posto da una staffa ad angolo retto, assicurata a sua volta da una ghiera a vite al retro del contenitore. La basetta del circuito stampato che reca i connettori per l'antenna a telaio, il condensatore d'accordo, il controllo d'uscita e i commutatori è fissata al coperchio della scatola, che costituisce il pannello anteriore dell'unità.
Questo pannello è serigrafato e regge una scala di precisione a verniero per l'accordo, una manopola graduata da 0 a 10 per il livello d'uscita, un commutatore di banda a tre posizioni. Sulla basetta è montata una presa d'uscita coassiale che sporge da un foro praticato nel fianco del contenitore.

Circuito elettrico

La Figura 2 mostra lo schema completo del circuito. Come si può vedere la bobina è divisa in quattro avvolgimenti uguali di due spire e un avvolgimento di una spira.
Si noti che ci sono due spire per ciascun strato di cavo. Ove si usa più di uno strato di cavo le due spire e una spira vengono moltiplicate per il numero degli strati di cavo.
Gli induttori da L1 a L4 possono essere collegati in tre diverse configurazioni tramite il commutatore di banda a 3 posizioni S1, per avere tre diversi valori d'induttanza e

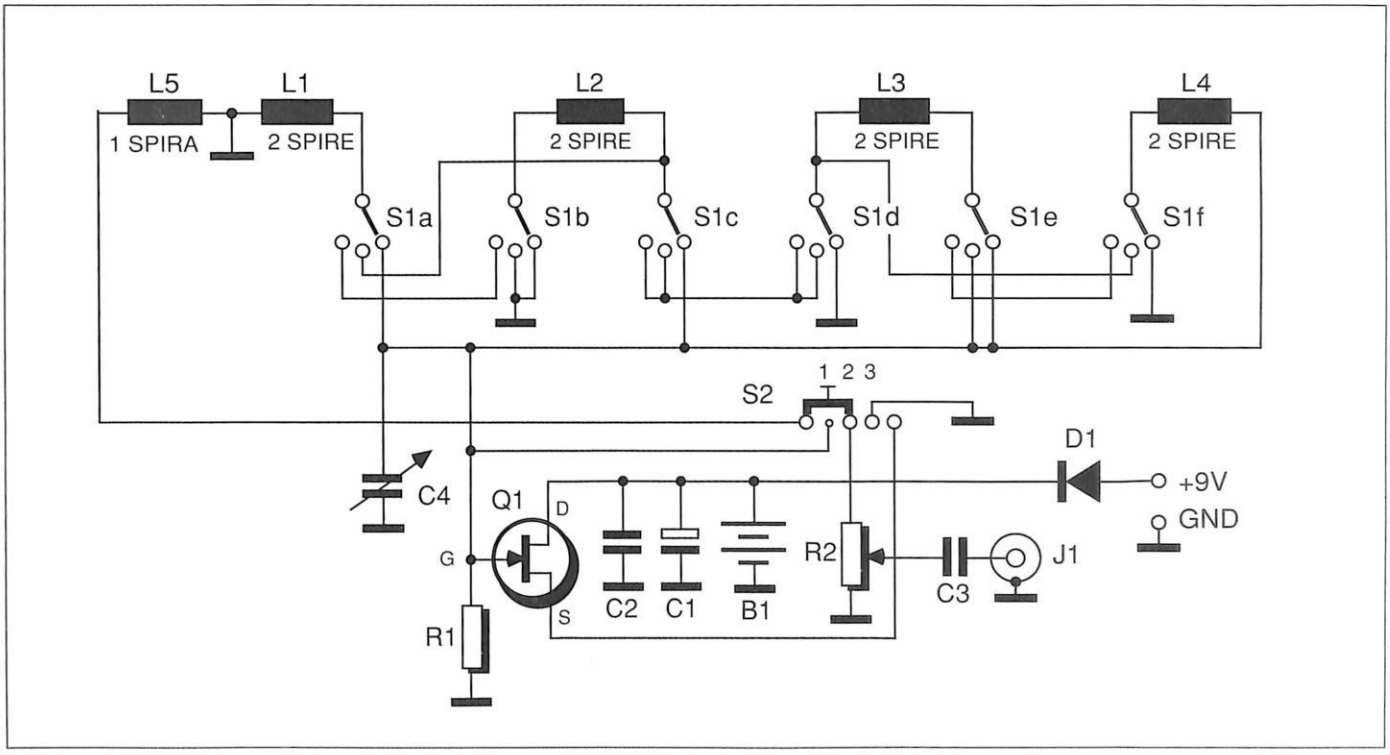


Figura 2. Il circuito sfrutta un amplificatore di separazione a FET per provvedere l'amplificazione con alta impedenza d'ingresso. Il comando del livello d'uscita R2 può essere usato per regolare il guadagno nel caso di forti segnali.

quindi tre diverse portate di accordo. Ecco quali sono: Banda 1 con L1-L4 in serie, 8 spire-strato, l'induttanza più elevata e la portata di frequenze più bassa. Banda 2 con L1-L2 in parallelo, L3-L4 in parallelo e le due combinazioni parallele in serie, 4 spire-strato, induttanza media e una portata di frequenze intermedia. Banda 3 con L1-L4 in parallelo, 2 spire-strato, l'induttanza più bassa e la portata di frequenze più alta. Questo metodo provvede tre valori d'induttanza dalla bobina e usa sempre tutto il filo. Non ci sono spire morte ad assorbire energia come in un sistema di bobina a prese intermedie.

Diversamente da quattro avvolgimenti separati, L1-L4 sono disposti in configurazione quadrifilare. Questo significa che i primi quattro fili a un'estremità del cavo sono i capi iniziali di L1-L4 e gli ultimi quattro fili all'altra estremità del cavo sono i capi finali di L1-L4.

I restanti quattro fili a entrambe le estremità del cavo sono manualmente accoppiati sul circuito stampato per dare le due spire per bobina (per ogni anello del cavo) e i conduttori centrali sono indirizzati tramite il commutatore di banda S1 (3 vie, 6 posizioni) per avere le tre diverse combinazioni di spire serie-parallelo esaminate sopra.

La disposizione quadrifilare degli avvolgimenti è stata scelta sperimentalmente. E' risultato che aveva poca perdita e un alto Q alle frequenze elevate.

L'induttore L5 è un'unica spira (per strato di cavo) che è impiegata per avere un'uscita a bassa impedenza nel modo a telaio passivo. Il telaio è accordato da C4 che è un condensatore variabile da 470 pF.

Purtroppo gli esemplari più comuni e più piccoli non hanno una portata d'accordo sufficiente per l'accavallamento delle tre bande per qualsiasi dimensione data di telaio.

Il funzionamento passivo (S2 in posizione 1) da buoni risultati nella maggior parte delle condizioni e non impiega batteria o altra sorgente d'energia. Tuttavia per la prestazione ottimale è incluso un amplificatore di separazione a JFET.

Si tratta semplicemente di un inseguitore di sorgente che fa da buffer al telaio e introduce un rilevante aumento della selettività. L'effettivo guadagno di potenza fornito dal buffer è molto utile, in modo speciale per il lavoro DX (a lunga distanza) con segnali molto deboli. Per regolare l'uscita del telaio sia nel modo attivo sia in quello passivo si usa un controllo di uscita, che nella pratica è risultato indispensabile.

L'azione dell'AGC (automatic gain control, controllo automatico di guadagno) della maggior parte dei buoni ricevitori tende a mascherare i massimi di accordo e direzionali del segnale del telaio compensando una vasta gamma di livelli d'ingresso. E' qui che si mostra utile il controllo di livello. Regolando inizialmente il segnale appena sotto la soglia di AGC (in modo che il segnale sia appena udibile) si possono accuratamente regolare sia l'accordo sia la direzione del telaio in modo da avere la prestazione ottimale.

Poi si tratta semplicemente di far risalire il livello d'uscita in modo da applicare l'intero

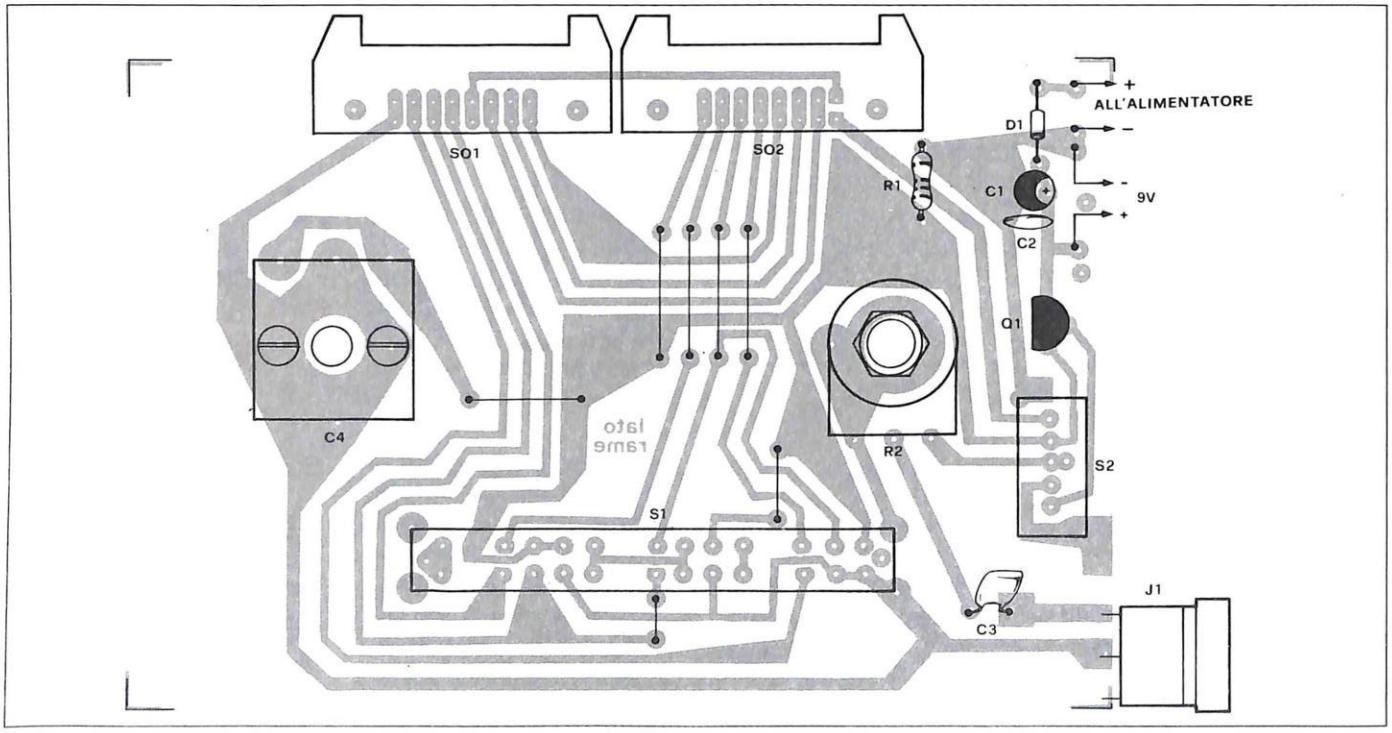


Figura 3. Tracciato del circuito stampato in dimensioni reali.

segnale all'ingresso del ricevitore. Nei casi di intensità di campo molto forti si può anche ridurre l'emissione del telaio sì da impedire il sovraccarico del ricevitore.
La posizione 2 di S2 mette in corto il telaio per impedire danni al FET quando il telaio viene posto molto vicino a un trasmettitore (ad esempio quando è usato come antenna ricevente in una stazione amatoriale). Se si vuole è possibile usare un relè per avere la stessa funzione automaticamente durante la trasmissione. All'alimentazione dell'amplificatore buffer a FET provvede una batteria da 9 volt o un alimentatore da rete. Il consumo va da 2 a 3,5 mA a 9 volt. La corrente viene data quando il telaio è posto nel modo attivo e disinserita nel modo passivo o in posizione di corto circuito. Si noti che il diodo D1 è incluso nel circuito dell'alimentatore per impedire danni dovuti a un'accidentale inversione di polarità.

Realizzazione pratica

Il tracciato del circuito stampato è visibile in Figura 3.
Una volta realizzatolo, la prima cosa da fare è montare i componenti sulla basetta come indica la Figura 4. Montate per primi i componenti sul lato superiore della basetta, quindi fissate i connettori con le apposite viti e montate i commutatori, assicurandovi che siano completamente inseriti prima di saldarli. Il condensatore d'accordo e il potenziometro di livello d'uscita sono installati dal lato rame. Piegate i terminali del potenziometro di 90° verso l'alberino prima di fissarlo alla basetta. Il condensatore d'accordo dev'essere assicurato mediante le due apposite viti.
La presa d'uscita coassiale è montata direttamente sulla basetta: il contatto centrale va saldato direttamente alla relativa piazzola, facendo altrettanto con le due linguette laterali. Saldate i conduttori per la batteria da 9 volt alle rispettive piazzole tenendo conto che il rosso è il polo positivo. Fatto questo montate i fili per l'alimentatore e saldateli all'apposita presa da 3,5 mm (il rosso alla punta). Adesso si può assicurare la scala al pannello con le apposite viti. Mettete la scala a zero, poi ruotate l'alberino del condensatore d'accordo in posizione completamente antioraria. Si può quindi assicurare il pannello al commutatore di banda mediante due viti autofilettanti. Controllate che il ciruito stampato e il pannello siano paralleli prima di stringere le viti che fissano la scala.

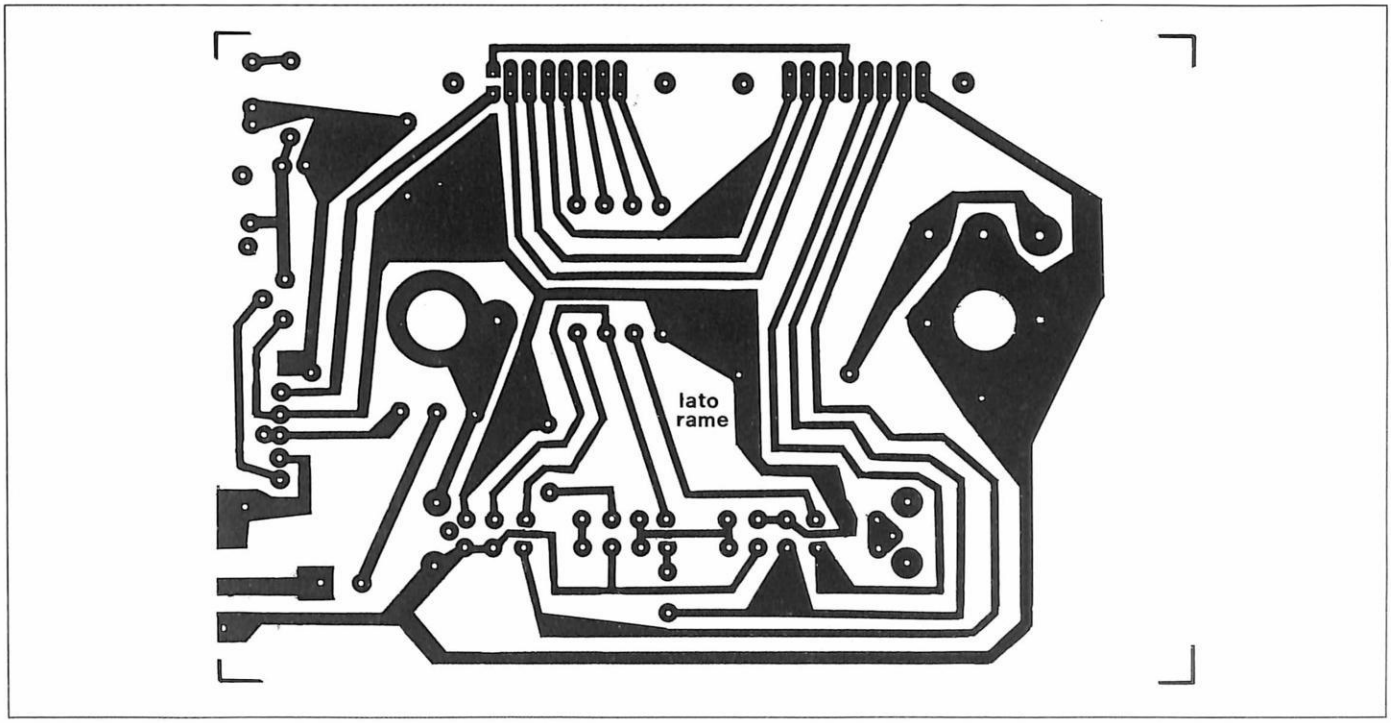


Figura 4. Il condensatore d'accordo e il potenziometro sono montati dal lato rame della basetta.

Il telaio

Un telaio di uno strato da 300 mm si accorderà da 1 MHz a 13,5 MHz, mentre un telaio di due strati si accorderà da 500 kHz a 5 MHz. Se volete scendere ulteriormente, avvolgete altro cavo: per esempio un telaio di cinque strati si accorderà da 200 kHz a 2 MHz. Da questo potete vedere che due bobine, una di cinque strati e una di uno strato, copriranno da 200 kHz a 13,5 MHz, con una buona misura di accavallamento di frequenze fra le bobine.
Se vi interessate, diciamo, alla ricezione DX in onde medie e/o alla banda amatoriale degli 80 tutto quanto vi occorrerà sarà probabilmente un telaio di due strati.
Il telaio di uno strato è adatto per la ricezione dall'estremità superiore della banda delle onde medie fino alle bande amatoriali degli 80 e dei 40 metri ed entro le bande internazionali delle onde corte. Si noti che le cifre indicate riguardano un telaio di 300 mm. Per telai di diametro maggiore la gamma di frequenza per le stesse spire sarebbe proporzionalmente abbassata. Telai più grandi permetteranno una miglior cattura del segnale, ma in pratica la misura di 300 mm è

Radiantistica

comoda e del tutto adeguata per la maggior parte delle applicazioni, in particolare con lo stadio di buffer a FET. La frequenza più alta con un telaio di 300 mm a singolo strato è 13,5 MHz. Per andare più in su con il circuito esistente si dovrebbe ridurre il diametro del telaio e così andrebbero perduti gran parte dei vantaggi.
Notate anche che i vantaggi di un telaio tendono a diminuire con l'aumento della frequenza: la direzionalità diventa vaga e il segnale cala.

La bobina

Cominciate dando forma circolare alla striscia prescelta. A questo scopo sovrapponete le estremità di 20 mm esatti (prima segnate il punto con una matita) e poi fissatele insieme con due o tre strati di nastro di plastica. Quindi piegate a 90° un'estremità del cavo lasciando sporgere una coda di almeno 50 mm. Con il nastro fissate questa estremità alla striscia vicino alla piega, in modo che l'orlo interno della coda corra lungo la linea di una delle due estremità sovrapposte della striscia di formazione.
Adesso ruotate la striscia a mano dandole cavo fino a quando avete il numero di strati richiesto. Fatto questo piegate l'estremità del cavo come avevate fatto all'inizio. Si noti che l'orlo interno della coda deve correre lungo la linea dell'altra estremità accavallata della striscia (cioè i due orli interni delle code d'uscita devono finire a 20 mm di distanza l'uno dall'altro). Fissate l'estremità dell'avvolgimento con due strati di nastro e lasciate la stessa lunghezza di coda di quella iniziale (50 mm). Una volta fatto questo fissate il cavo con il nastro alla sommità e ai lati della striscia di sagomazione. Così completato, il telaio dev'essere assicurato alla sommità dell'alloggiamento dei comandi mediante un morsetto ad angolo retto. Regolate la posizione della bobina in modo che le due code escano al centro attraverso gli alloggiamenti del connettore del circuito stampato. Adesso mettete un righello contro la parte frontale dei connettori e con una penna a sfera tracciate una linea attraverso le due code d'uscita. Togliete la bobina dall'alloggiamento e tagliate con cura il cavo lungo le linee. Si possono ora assicurare i connettori a 16 poli alle code del cavo. Per far questo mettere i connettori sopra il cavo con la sezione sollevata rivolta verso il davanti della bobina. Facendo sporgere dai connettori circa 2 mm di cavo fate pressione con un paio di multigrip o simili fino a che il connettore non sia completamente chiuso. Adesso il dispositivo è pronto per il collaudo.

L'allacciamento al ricevitore

Se il vostro ricevitore ha un ingresso coassiale da 50-75 Ω tutto quanto occorre è un cavo di collegamento fra antenna e ricevitore. Per i ricevitori che hanno soltanto un'antenna telescopica e non hanno presa d'antenna esterna occorrerà un paio di fili intrecciati che vadano dall'antenna al ricevitore con due coccodrilli per il collegamento all'antenna stessa e alla terra.
La terra non è strettamente necessaria ma sarà utile alle frequenze elevate.
I ricevitori dotati di antenne a ferrite per le onde medie e/o la banda LF presentano più di un problema. Se non c'è presa di antenna esterna o di terra si può aggiungere alla bacchetta di ferrite un avvolgimento di due o tre spire, facendolo uscire su un connettore o su terminali sul retro del ricevitore.
Notate che quando usate l'antenna a telaio simultaneamente a un'antenna a ferrite dovrete tenerle ambedue nell'orientamento giusto verso la stazione.
La costa del telaio deve puntare in direzione della stazione per captare il massimo segnale.
Le radioline portatili possono essere semplicemente collocate presso l'antenna a telaio.
Orientate la radio in modo che l'estremità della sua antenna a ferrite incorporata punti verso il centro del telaio.
Notate che in tal caso l'accoppiamento è induttivo e basta impostare il telaio per il funzionamento passivo.

L'accordo

Con il ricevitore sintonizzato su un punto vuoto presso il centro della banda che interessa, commutate il telaio su attivo, e regolate al massimo il controllo del livello d'uscita. Quando l'accordo del telaio coincide con la sintonia del ricevitore c'è un inconfondibile aumento di attività del ricevitore.
Si noti che l'accordo del telaio non è tanto preciso da esigere che lo si segua costantemente con il ricevitore. E' possibile spostare la sintonia del ricevitore a una certa distanza dalla risonanza del telaio senza perdere la ricezione.
Come detto in precedenza, per ottenere accordo e direzione ottimali, in particolare per i segnali deboli, serve molto ridurre il livello d'uscita del telaio fino al punto in cui l'azione dell'ACG del ricevitore comincia a venire meno (il che è indicato da un improvviso aumento del rumore di fondo e da una diminuzione del livello del segnale).
Dopo aver trovato l'accordo ottimale per il telaio si può riportare al massimo il livello d'uscita.

ELENCO COMPONENTI

R1	: resistore da 47 kΩ 1/4 W 5%
R2	: potenziometro miniatura 1 kΩ
C1	: cond. al tantalio da 10 µF 16 Vl
C2	: cond. ceramico a disco da 100 nF
C3	: cond. ceramico a disco da 10 nF
C4	: compensatore 10-470 pF
D1	: diodo 1N914
J1	: jack coassiale
PL1-2	: connettori a 16 poli
Q1	: MPF102, FET canale N
SO1-2	: presa 16 poli
S1	: commutatore 6 vie, 3 pos.
S2	: commutatore 2 vie, 3 pos.
1	: circuito stampato
1	: contenitore
1	: manopola sintonia
2	: connettori batteria da 9 volt
-	: 3 m cavo piatto a 16 conduttori

LAMPEGGIATORE DI EMERGENZA PER AUTO

di P. Loddo

Il dispositivo che presentiamo è un lampeggiatore in grado di pilotare tre lampade da 12 V da porre ai vertici del triangolo di emergenza di cui ogni auto è dotata. Con un particolare collegamento, il semplice circuito può anche essere usato come lampeggiatore di sosta per l'auto qualora questa ne fosse sprovvista. Un segnalatore indispensabile per ogni autovettura, è il triangolo di emergenza che di solito si colloca a 20-30 metri dal veicolo quando questo ci lascia a piedi. Tale triangolo è formato da catarifrangenti che si illuminano non appena vengono colpiti da luce accidentale, per cui se questa viene a mancare oppure non è di potenza sufficiente, l'utilità del triangolo scade ed il pericolo di essere investiti aumenta. Per evitare questo rischio, ecco l'idea di munire i tre angoli del triangolo di altrettante lampade che lampeggino ad intermittenza. Il circuito di pilotaggio, come vedremo, è molto semplice e può essere alimentato sia da una batteria da 12 V indipendente, che direttamente dalla batteria dell'auto per mezzo di due cavetti dotati di coccodrilli. Il sistema di intermittenza può, in alternativa, agire contemporaneamente su tutti gli indicatori di direzione e quindi essere impiegato in quei casi in cui sia indispensabile utilizzare una segnalazione luminosa di emergenza che sulla vettura non sia disponibile.

Il circuito elettrico

Lo schema elettrico del lampeggiatore è mostrato in Figura 1. Il cuore del dispositivo è costituito dal circuito integrato IC1, modello 555, che lavora come un multivibratore astabile ad una frequenza, determinata dai valori di R3, R4 e C1, di circa 1,3 Hz. Il segnale in uscita dal piedino 3 viene applicato alla base del transistor TR1, polarizzato in base dalla rete formata dai resistori R5 e R6. Il relè chiude il collettore verso il ramo positivo di alimentazione. Quando il terminale 3 di IC1 va alto, R5 porta la base di TR1 ad un potenziale positivo tale da saturare il transistor stesso il quale attiva il relè producendo, come diretta conseguenza, la chiusura dei suoi contatti. L'intermittenza dell'accensione è assicurata, di conseguenza, dai due contatti indipendenti del relè, uno dei quali va collegato al gruppo dei lampeggiatori di sinistra qualora il dispositivo venga usato come circuito di emergenza per l'auto in sosta. Se invece il circuito si impiega nel triangolo, i due contatti vanno collegati in parallelo in modo che si dividano la corrente in transito verso le tre lampadine. La messa in funzione del circuito si ottiene azionando l'interruttore, che va collegato in serie al positivo dell'alimentazione; la spia che segnala il funzionamento non è indispensabile e può essere collegata in parallelo alle lampade. Al fine di impedire che la frequenza dell'oscillatore vari in funzione delle variazioni della tensione dell'impianto dell'auto, lo si alimenta attraverso un circuito stabilizzatore, formato dalla resistenza R7 e dal diodo zener D1.

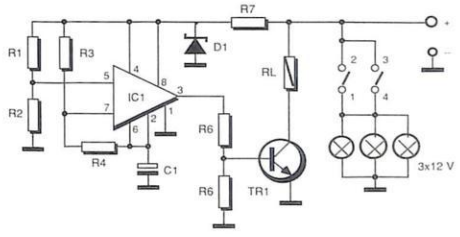


Figura 1 : Circuito elettrico del lampeggiatore di emergenza. Le tre lampade in parallelo sono poste ai vertici del triangolo.

Realizzazione pratica

Il circuito stampato del montaggio è disegnato in Figura 2 in scala unitaria, mentre la Figura 3 mostra la disposizione dei componenti. Il montaggio del circuito si esegue cominciando con la collocazione dei resistori e del condensatore elettrolitico nelle loro sedi, dopodichè

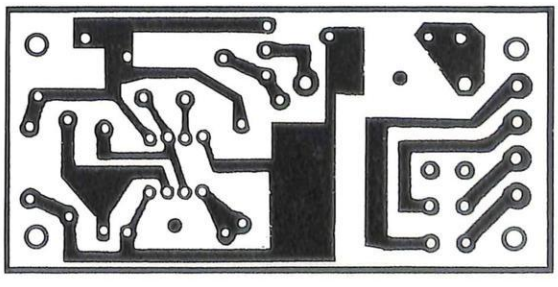


Figura 2 : Basetta stampata vista dal lato rame in scala naturale.

si procede all'installazione del diodo zener, del transistor e dello zoccolo dell'integrato, saldandone i piedini nei fori corrispondenti.
Ciò fatto, inserire e saldare il relè, per poi completare il circuito con il montaggio degli ancoraggi e dei distanziatori. Come ultima operazione, inserire il circuito integrato nell'apposito zoccolo avendo cura di non piegare nessuno dei suoi terminali. Se il dispositivo viene usato per pilotare le frecce dell'auto, i collegamenti da eseguire sono quelli riportati in Figura 4. L'installazione nell'auto è abbastanza semplice: per prima cosa si deve localizzare il connettore cui fanno capo i due cavi che conducono la corrente di eccitazione al gruppo dei lampeggiatori di sinistra e a quello dei lampeggiatori di destra, per collegarvi due fili che andranno poi uniti agli ancoraggi 1 e 4. Allo stesso tempo si cercherà, nel medesimo connettore o in uno vicino, un punto di contatto da cui prelevare la tensione di 12 V della batteria, senza passare attraverso il blocchetto dell'accensione, al fine di rendere indipendente il sistema da questo. Da qui si farà partire un cavetto diretto all'interruttore, precedentemente montato sul cruscotto, in un punto vicino al conduttore prescelto, praticando in quest'ultimo il foro necessario al fissaggio del componente. Dal secondo terminale dell'interruttore si farà partire un cavetto destinato all'ancoraggio + del circuito, mentre l'ancoraggio andrà collegato, sempre mediante un cavetto, a un punto della carrozzeria in cui sia possibile realizzare il colegamento di massa. In un punto vicino all'interruttore del dispositivo si praticherà un secondo foro, di diametro sufficiente a montarvi a pressione la lampada spia, che dovrà essere collegata a una delle uscite del circuito stampato (1 o 4) e alla massa. Il circuito stampato può essere alloggiato in qualunque punto all'interno dell'auto. Resta inteso che gli ancoraggi 2 e 3 vanno collegati assieme e saldati all'ancoraggio +12 V proveniente dall'interruttore. Se il dispositivo viene usato come triangolo lampeggiante, i collegamenti da eseguire saranno quelli di Figura 5, cioè: ancoraggi 2 e 3 sempre collegati assieme al +12 V e ancoraggi 2 e 4 collegati assieme al capo comune delle tre lampade. E' possibile racchiudere il circuito entro un piccolo contenitore isolato da fissare al basamento del triangolo, in questo caso, volendo attingere alimentazione dalla batteria della vettura, bisogna prevedere due cavetti di abbastanza lunghi e di buona sezione in modo che non producano cadute di tensione dovute alla resistenza dei conduttori. Un'alternativa a questo collegamento è quella di munire il triangolo di una propria batteria da mettere in funzione esclusivamente in caso di emergenza evitando così di posare i conduttori sull' asfalto.

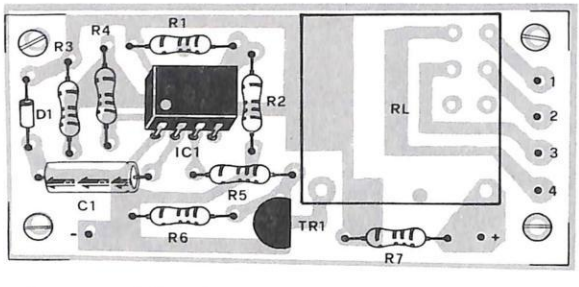


Figura 3 : Disposizione dei componenti sul circuito stampato del lampeggiatore.

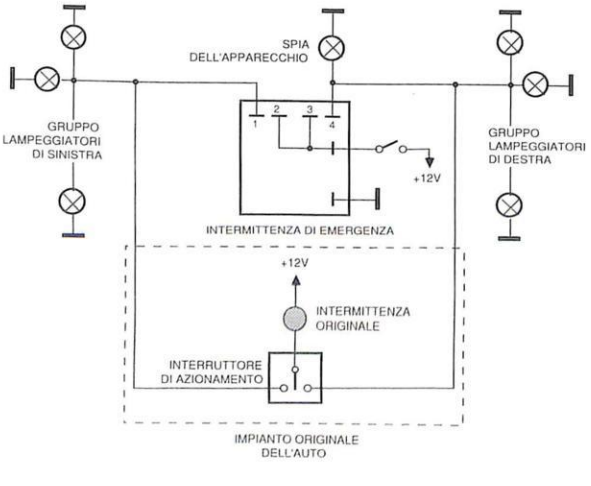


Figura 4 : Connessioni da eseguire all'impianto dell'auto qualora si voglia usare il lampeggiatore come segnalatore di veicolo in sosta.

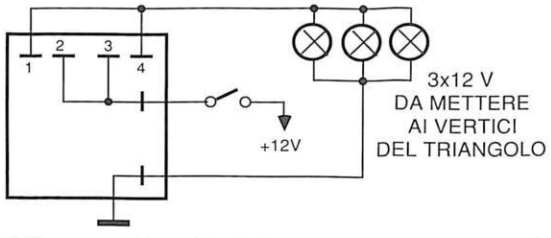


Figura 5 : Collegamenti da eseguire per alimentare le tre lampadine da montare sul triangolo.

ELENCO DEI COMPONENTI

R1	: resistore da 12 kΩ
R2-4	: resistori da 10 kΩ
R3	: resistore da 3,9 kΩ
R5	: resistore da 560 Ω
R6	: resistore da 1 kΩ
R7	: resistore da 330 Ω
C1	: cond. elettr. da 33 µF 10 Vl
D1	: diodo zener BZY88C5V1
TR1	: transistore BC108
IC1	: circuito integrato NE555
RL	: relè 12 V - 2 scambi
6	: ancoraggi
4	: distanziatori
8	: viti da M3x6
1	: interruttore
1	: spia da 12 V
1	: zoccolo per IC
1	: circuito stampato
3	: lampadine da 12 V 6 W

GRUPPO EDITORIALE JACKSON DIVISIONE FORMAZIONE PRODOTTI PER LA DIDATTICA PRESENTA

FORMAZIONE A DISTANZA

Elenco corsi

Elettronica Digitale (FDED) Elettronica Base (FDEB)
Elettronica Lineare (FDEL) Microprocessori Base (FDMB)

Metodologia didattica

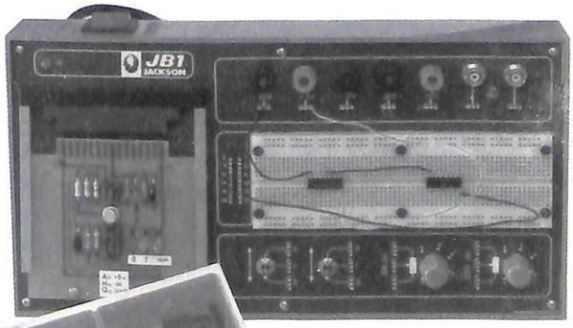
La metodologia è tale da consentire all'allievo di non spostarsi dalla residenza grazie all'invio dei testi e materiale didattico, componenti elettronici, piastre sperimentali autoalimentate, strumentazione elettronica (opzionale) a prezzi particolari, e con il controllo dello staff della Jackson SATA.
La formazione è comunque un servizio fatto da uomini per uomini. Essa deve soddisfare varie necessità:

- La nozione teorica.
- La verifica sperimentale.
- L'uso e la comprensione della strumentazione.
- La periodica verifica dell'apprendimento.
- La comunicazione.

I corsi di alto livello tecnico e sperimentale, consentono l'acquisizione di una reale conoscenza degli argomenti trattati sia dal punto di vista teorico che sperimentale.
La fase di apprendimento delle nozioni viene sostituita con una lettura, del testo predisposto.
La fase sperimentale, viene supportata dalle dispense, dal sistema J-Board, e dall'assistenza didattica presso le varie sedi.
Infatti grazie alla propria rete di agenzie, il Gruppo Editoriale Jackson Divisione Formazione e Prodotti per la Didattica, è in grado di fornire una capillare assistenza con laboratori standard, dislocati in varie zone d'Italia.
Le tecnologie telematiche offrono soluzioni di supporto molto interessanti (video conferenza, comunicazione con PC).
Grazie a questi laboratori "tipo" gli studenti, potranno verificare, sul campo i propri esperimenti, rivolgere domande, anche teoriche ai docenti.
Ovviamente il numero di queste "visite" è limitato, ma appunto per tale fatto ogni incontro tecnico viene vissuto come momento di particolare attenzione sintesi del lavoro dei mesi precedenti.

Organizzazione dei corsi

Il corso prevede:
1. l'invio di 18 fascicoli (unità didattiche) a cadenza fissa (ogni fascicolo è composto da circa 32 pagine).
2. l'invio di 1 piastra prototipo J-Board con 1 scheda (J-Card digitale).
3. l'invio di un set di componenti elettronici e l'invio di un set di attrezzatura Jackson per gli esperimenti.
4. la possibilità (opzionale) di acquistare strumentazione Philips a prezzi sbalorditivi.
5. periodiche verifiche di apprendimento: l'allievo dovrà inviare alla sede della Jackson, debitamente compilato il questionario tecnico, che troverà nei fascicoli a cadenza periodica.
6. la possibilità di verificare i propri circuiti sperimentali (e di chiarire i propri dubbi) con la disponibilità di un Laboratorio di Elettronica e Microprocessori presso la sede Jackson SATA più vicina.
Ogni allievo, potrà disporre di 4 pomeriggi (per ogni tipo di corso) durante i quali potrà accedere al laboratorio, con la presenza di personale tecnico e docenti qualificati.
Per i partecipanti impossibilitati alla presenza presso il Laboratorio è prevista comunque una assistenza telefonica personalizzata ad orari da concordare (sempre per 4 pomeriggi).
7. una giornata di orientamento, per evidenziare quali altri corsi Jackson sia di formazione a distanza che tradizionale possono essere offerti allo "studente".
8. è inoltre prevista, la possibilità di fornire ad utenti particolari (industrie, banche, società di servizi, enti locali, ecc.) una particolare prestazione di teleaudio conferenza con il supporto di tavolette grafiche e laboratori specifici.



SCUOLA DI ALTE TECNOLOGIE APPLICATE

S.A.T.A.

GRUPPO EDITORIALE JACKSON
DIVISIONE FORMAZIONE PRODOTTI PER LA DIDATTICA
VIA ROSELLINI 12 - 20124 MILANO
TELEFONO (02) 680054-680368-6880951/2/3/4/5
TELEX 333436 GEJIT I

SELETTORE AUDIO DIGITALE

di A. Armstrong (II[a] parte)

In questa parte conclusiva, prenderemo in esame l'alimentatore e il latch a 8 vie di cui non daremo però il circuito stampato. Quello relativo al selettore dello scorso numero, è predisposto per otto canali, ma si possono omettere i componenti per eventuali canali indesiderati. Volendo utilizzare soltanto sei canali, IC8 ed i relativi componenti potranno essere tralasciati in base alle note riportate sullo schema elettrico.

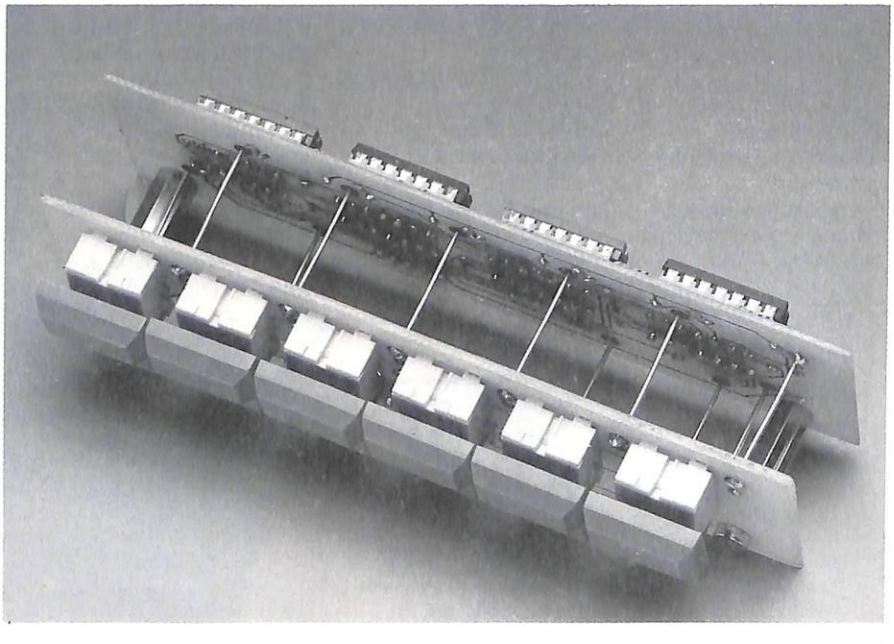
Se vi spaventa il prezzo dei DG507 e non volete godere del fantastico sistema di monitoraggio del nastro, potrete tralasciare IC10, collegando rispettivamente C19 e C119 ai piedini 28 e 2 di IC110. In tale caso, sarà necessaria una sola fila di pulsanti ma sarà impossibile monitorare il nastro durante la registrazione.

Volendo utilizzare tutti e otto gli ingressi, non sarà più adatta la scheda dei latch descritta nello scorso numero, ma dovrà essere utilizzato lo schema illustrato in Figura 1. Non forniamo, come già detto, il tracciato di un apposito circuito stampato, ma siamo sicuri che i nostri lettori non troveranno difficoltà ad usare una basetta preforata.

Il latch ad 8 vie

Il latch ad 8 vie di Figura 1, funziona in modo completamente diverso rispetto a quello a sei vie prima descritto. Quello memorizzava il numero del canale in forma binaria, mentre questo lo memorizza come uno su otto e poi converte il numero in forma binaria per il collegamento al circuito stampato dei commutatori audio.

La conversione in binario avviene in modo convenzionale. I collegamenti delle quattro porte OR d'ingresso corrispondono ai livelli "1" nelle rispettive colonne di una tabella della verita da tre bit binari. Di conseguenza, le uscite delle porte corrispondono ad una qualsiasi riga scelta da uno degli otto ingressi. La tabella della verità mostra chiaramente questa configurazione.



Il latch prevede due porte AND d'ingresso, cablate in modo che un ingresso sia sempre al livello logico "1" e gli altri a livello logico "0". Quando l'uscita del 3130 commuta a "0", costringe tutte le uscite CMOS a "0". Quando questo effetto si propaga lungo il sistema, il comparatore commuta nuovamente al livello logico "1".

In questo modo, solamente ad una delle uscite dei 4081 sarà permesso di assumere il livello logico "1". Per esempio, se l'uscita 1 è a livello "1" e viene

premuto il pulsante dell'uscita 2, le due uscite raggiungeranno per un istante il livello "1".
L'uscita del comparatore costringerà allora per un istante tutte le uscite ad assumere il livello "0" e l'uscita 3 commuterà al livello "1" per poi rimanere in tale stato.

Realizzazione del preampli

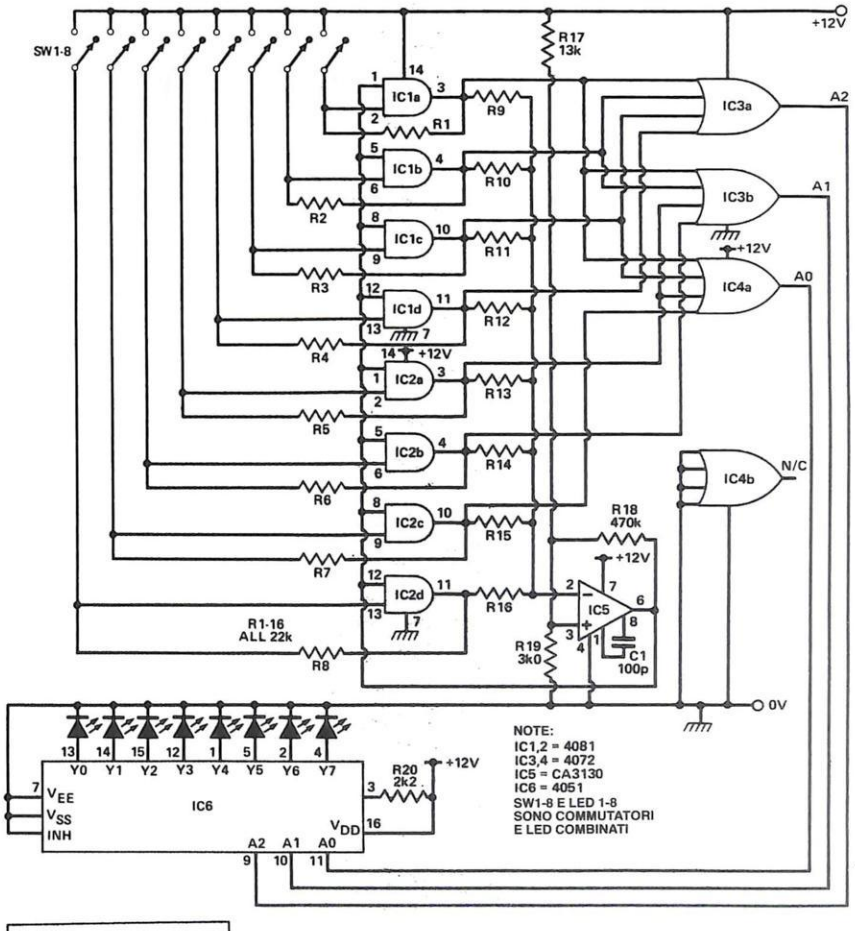
Per il montaggio della basetta principale, rifarsi alla Figura 2 che raggruppa i due circuiti stampati e alla Figura 3 che mostra la disposizione dei componenti.
Collegare tutti i fori che corrispondono a piste sulle due facce, usando spezzoni di filo nudo stagnato ricavati dai terminali sovrabbondanti dei componenti. Alcuni dei fori sulle piste della faccia superiore non corrispondono a piste sull'altra faccia.
Questi collegamenti sono destinati ad essere usati per la saldatura sulla faccia superiore delle calze di rame dei cavetti schermati usati per il collegamenti di segnale ma, se lo preferite, potrete usare spinotti inseriti e saldati nei fori.
E' consigliabile costruire e collaudare per primi gli stadi equalizzatori per il giradischi; al termine, collegare l'alimentazione da +/- 12 V.
Se avete a disposizione un generatore di segnali ed un oscilloscopio, sarà opportuno effettuare un controllo del segnale. Dopo questa operazione, od in sostituzione di essa, prendete il voltmetro digitale per misurare l'offset d'uscita dello stadio, che deve essere molto basso. Se l'offset tendesse a polarizzare inversamente C2, dissaldatelo ed inseritelo con l'orientamento opposto.
Quando gli equalizzatori per il giradischi saranno a posto, saldare gli altri componenti. I ponticelli (come per esempio quello nella posizione di R17), vanno inseriti sulle piste della faccia superiore, isolando i conduttori scoperti che li incrociano.

IC10, IC110 ed IC3 sono i componenti più vulnerabili alle scariche elettrostatiche e pertanto dovranno essere montati per ultimi.
L'apparecchio potrà poi essere alimentato in maniera autonoma, provando gli offset di tutti i buffer. Se uno di essi risultasse eccessivo, controllare se c'è un cortocircuito.

connettori Molex montati dal lato della scheda dei commutatori.

Cablaggio generale

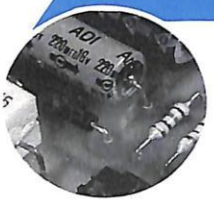
Effettuare tutti i collegamenti di segnale con cavo schermato di buona qualità. Collegare le calze di schermo a massa ad entrambi gli estremi, isolando una

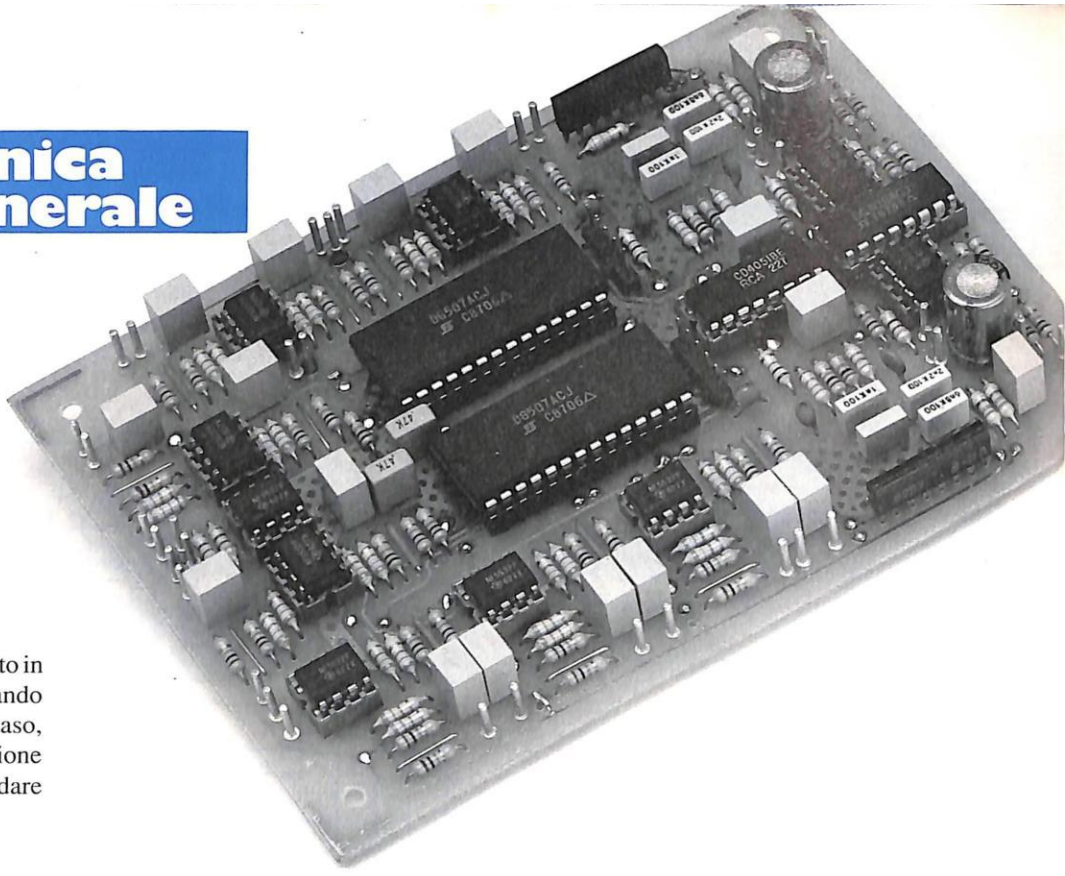


A2	A1	A0	CANALE N°
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	3
0	1	1	4
1	0	0	5
1	0	1	6
1	1	0	7
1	1	1	8

Figura 1. Schema elettrico del latch ad 8 vie.

Prima di collegare gli ingressi e le uscite, effettuare il controllo del sistema di commutazione. Se usate il latch digitale descritto nella prima parte di questo articolo, troverete che i collegamenti ad A0 ed A2 sono invertiti sulla scheda dei commutatori, rispetto a quelli della scheda dei latch.
Scambiare allora i fili dei sei cavi di connessione, usando eventualmente dall'altra le masse dei diversi canali d'ingresso. L'esistenza di una molteplicità di percorsi di massa potrebbe causare lievi fenomeni di diafonia.
Dato che ci sono parecchi collegamenti al circuito stampato, il cablaggio dovrà essere molto ordinato utilizzando fascette serracavo. Cablati i collegamenti all'alimentatore, il commutatore audio deve funzionare subito.





Alimentatore

Il dispositivo potrà essere incorporato in un amplificatore completo, utilizzando il suo alimentatore. In questo caso, aggiungere due regolatori di tensione per fornire i +/-12 V. Potrebbero andare bene un 7812 ed un 7912, ma sarebbe meglio scegliere un LM317 ed un LM337, collegati come mostrato nello schema dell'alimentatore in Figura 4.

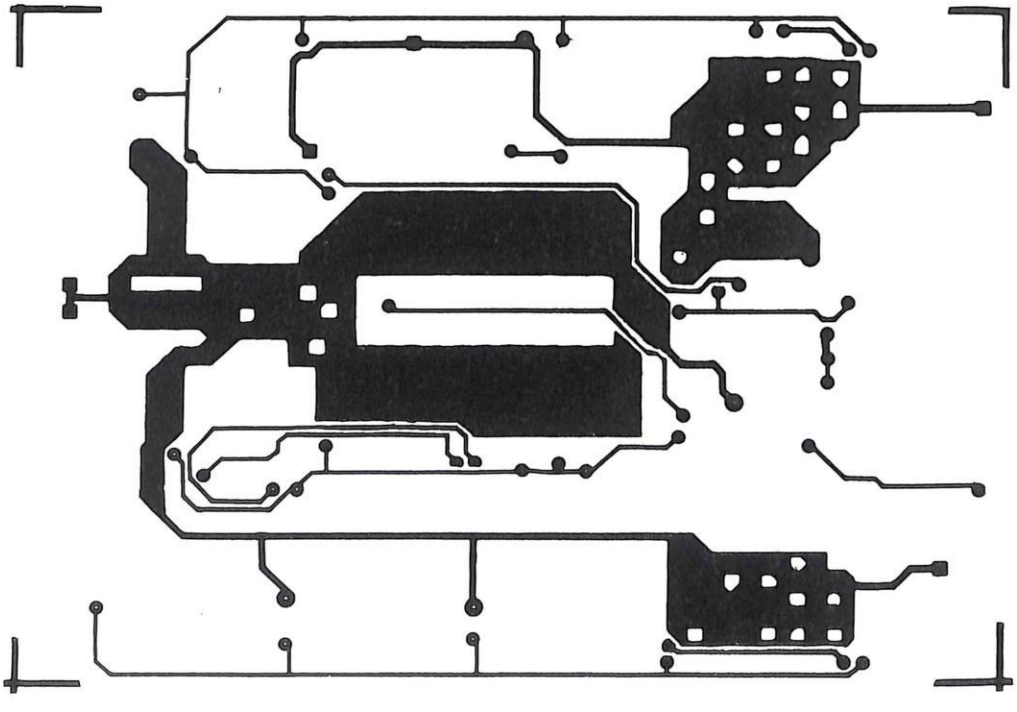


Figura 2a. Circuito stampato della scheda audio lato componenti in scala 1:1.

Quali che siano i regolatori di tensione utilizzati, almeno quello positivo dovrà essere munito di dissipatore termico, facendo attenzione a non portare le alette in contatto con le pareti metalliche dell'amplificatore.
Se il selettore dovrà essere montato in un contenitore separato, magari insieme ad altri moduli per formare un preamplificatore completo, sarà necessario prevedere un alimentatore. Lo schema di Figura 4 è stato progettato proprio per questo scopo, insieme ad un apposito circuito stampato. I circuiti integrati regolatori di tensione scelti per questo alimentatore permettono una migliore reiezione dell'ondulazione residua rispetto a quelli della serie 78/79: questa

caratteristica è molto importante nelle apparecchiature audio più sensibili.
La potenza erogata da questo alimentatore è modesta, ma eccezionalmente stabile e livellata. Il circuito stampato, di cui la traccia rame in Figura 5, è previsto per il montaggio di un trasformatore da 6 VA. Tenendo presente che un trasformatore deve avere una potenza maggiorata quando funziona con un rettificato-

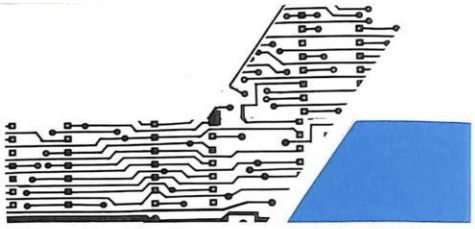


Figura 2b. Circuito stampato della scheda audio lato rame in scala 1:1.

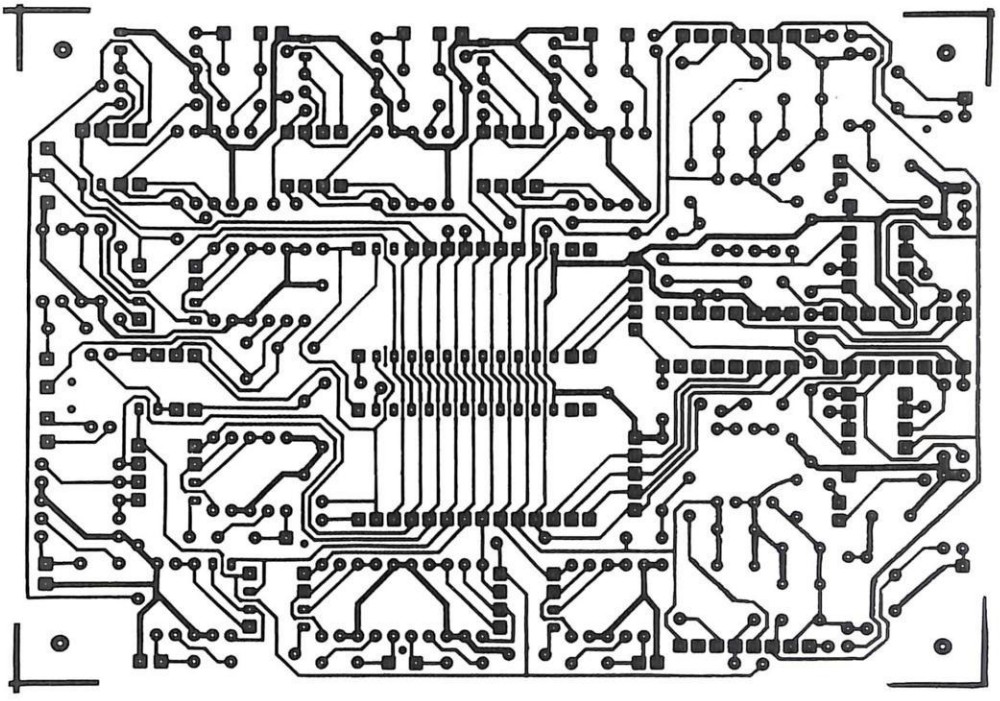
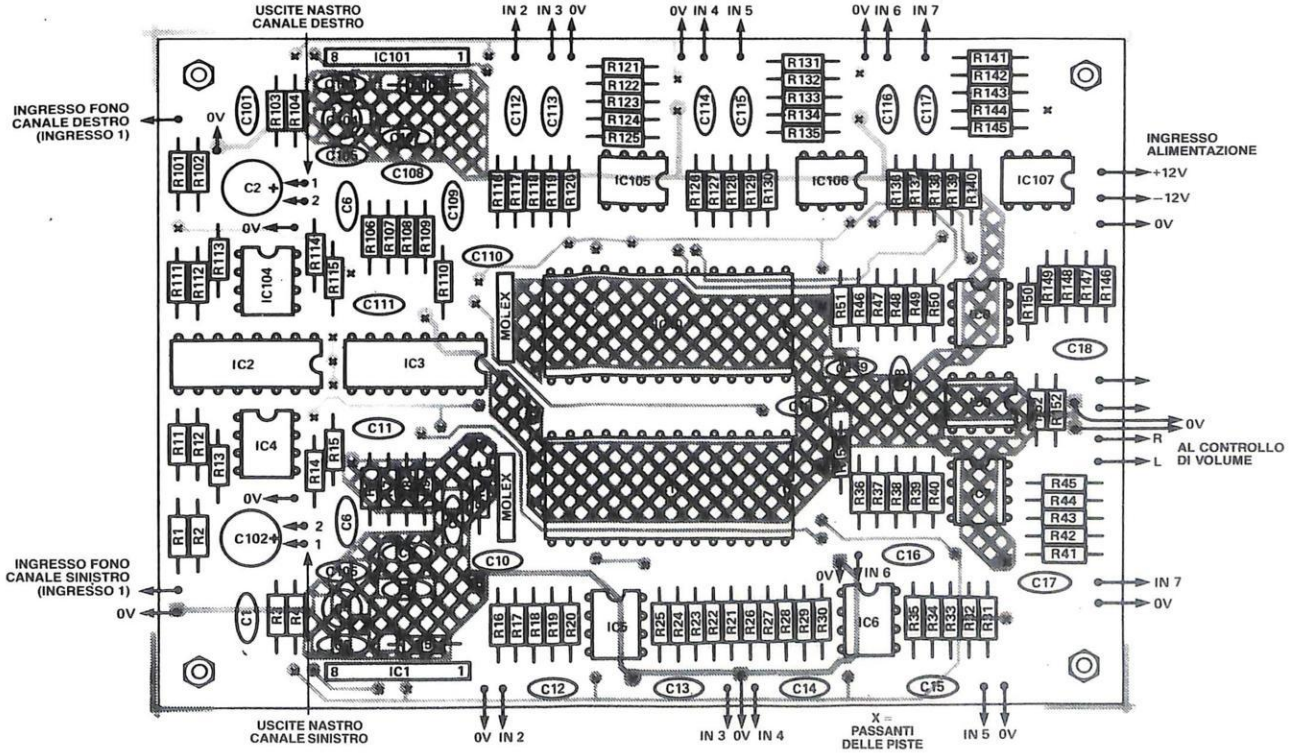


Figura 3. Disposizione dei componenti sulla scheda audio.



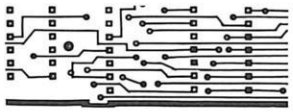
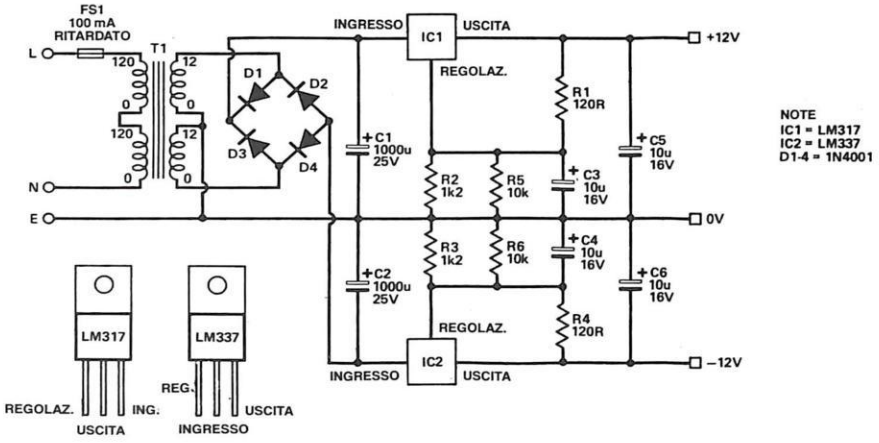


Figura 4. Schema elettrico dell'alimentatore stabilizzato.



re come carico e che ci sono perdite nei regolatori di tensione, dovrebbero essere disponibili circa 3 W per il carico: una potenza più che sufficiente.
Per usare valori in cifra tonda, supponiamo che la massima corrente nel carico sia di 100 mA. L'ondulazione ai capi del condensatore di livellamento può essere calcolata approssimativamente con la formula:

variazione di tensione = It/C

ed in questo caso risulta di 1 V. Dato che la tensione media sui condensatori di livellamento è di 17 V o più, la tensione non dovrebbe scendere ad un livello tanto basso da disturbare il funzionamento degli integrati regolatori.
Questi ultimi sono di un tipo molto diffuso, ma non quanto quelli della serie 78/79.

I circuiti integrati della serie LM317 funzionano mantenendo una tensione costante di 1,2 V tra l'uscita ed il terminale di regolazione. Consideriamo, per esempio, il regolatore positivo (IC1). La tensione costante di 1,2 V viene mantenuta ai capi di R1, che ha un valore di 120 Ω, cosicchè il resistore viene attraversato da una corrente costante di 10 mA. In tali condizioni, la tensione d'uscita è di 11,9 V.
I condensatori C3 e C5 servono a ridurre l'ondulazione residua (ripple) ed a migliorare la risposta del circuito ai transitori. La prestazione risultante è migliore di quella dei regolatori della serie 78/79 ed in pratica non si sente nessun ronzio, in qualsiasi condizione.

Realizzazione dell'alimentatore

Seguendo la Figura 6, si tratta di un'operazione molto semplice.
Il circuito stampato è stato disegnato appositamente per usare i regolatori in contenitore TO202, che sono la versione più economica; se questi non fossero disponibili, sostituiteli con i contenitori standard TO220. I dissipatori termici sono differenti: i tipi TO202 hanno il foro di fissaggio al centro, mentre gli altri hanno il foro spostato verso un lato.
I dissipatori termici non sono strettamente indispensabili se l'alimentatore viene usato esclusivamente per il selettore, ma è una buona idea montarli comunque, per avere a disposizione una potenza sufficiente ad aggiungere altri

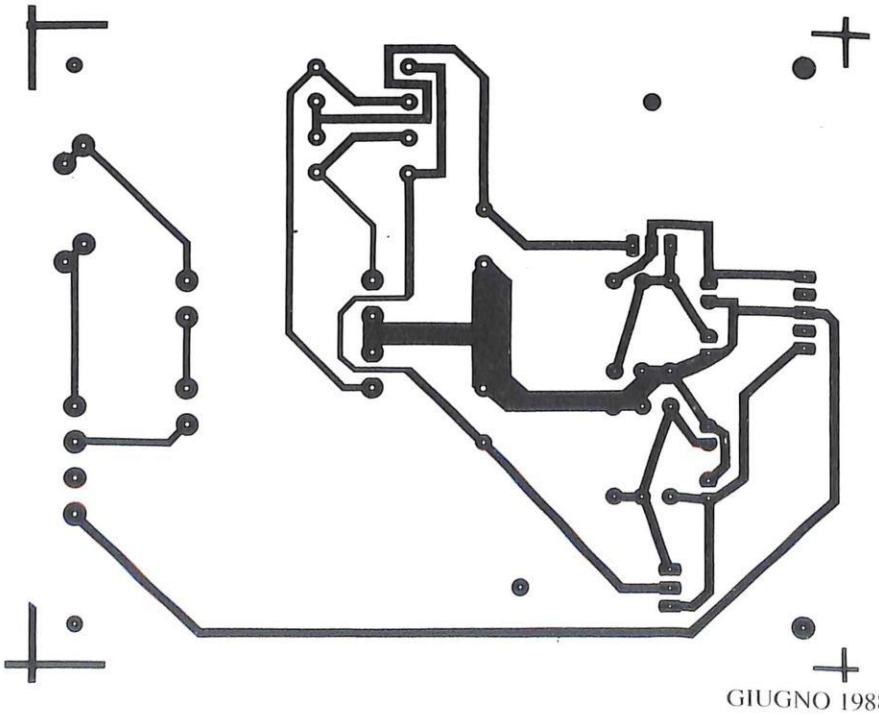


Figura 5. Piste di rame del circuito stampato per l'alimentatore viste in scala naturale.

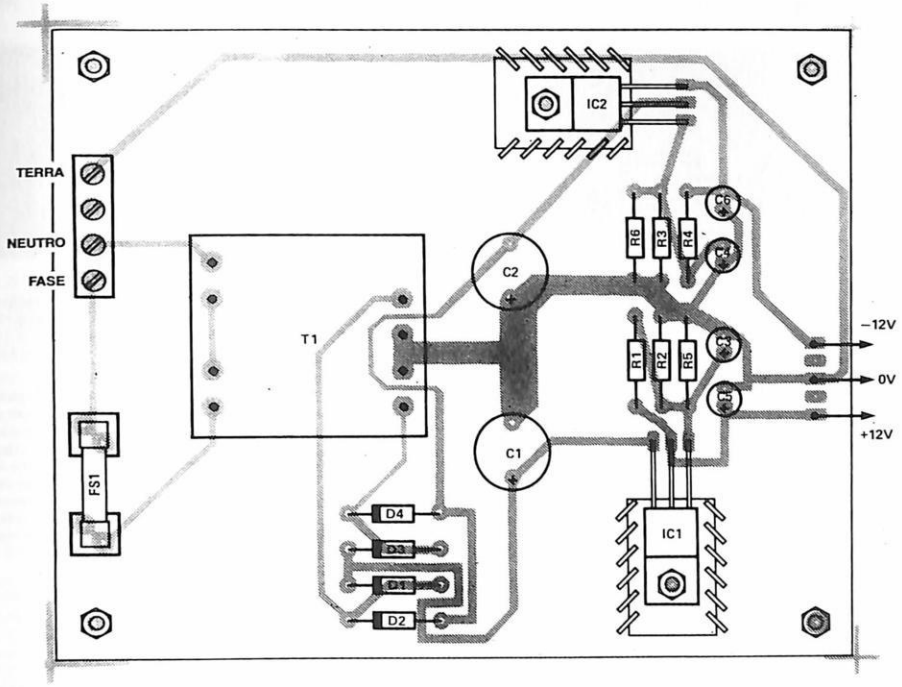


Figura 6. Disposizione dei componenti sulla basetta stampata.

circuiti. Fissate i regolatori con viti, per garantire la necessaria resistenza meccanica e stringete le viti prima di saldare i terminali. Se non vengono usati i dissipatori per i regolatori del tipo TO202, utilizzare un dado come distanziale, per evitare di piegare l'aletta.

Il collaudo è facilissimo: controllare per prima cosa che tutti gli elettrolitici siano montati con la corretta polarità, poi collegare la rete ed accendere. Con un voltmetro digitale, misurare le tensioni d'uscita e quelle su C1 e C2, che dovrebbero essere comprese tra +/-18 e +/-20 V.

© ETI 1987

ELENCO DEI COMPONENTI

Tutti i resistori sono da 1/4 W 5%

Scheda audio

R1-R2-8-12-15-18-23-28-33-38-43-48-51-101-102-108-112-115-123-128-133-138-143-148-151	resistori da 100 kΩ
R3-4-103-104	resistori da 330 Ω
R5-105	resistori da 47 kΩ
R6-106	resistori da 6,8 kΩ
R7-107	resistori da 1 kΩ
R9-109	resistori da 2,2 kΩ
R10-110	resistori da 1,5 kΩ
R11-111	resistori da 10 kΩ
R13-14-52-113-114-152	resistori da 470 Ω
*R16-17-19-20-21-22-24-25-26-27-29-30-31-32-34-35-36-37-39-40-41-42-44-45-46-47-49-50-116-117-119-120-121-122-124-125-126-127-129-130-131-132-134-135-136-137-139-140-141-142-144-145-146-147-149-150	resistori opzionali (vedi testo)
C1-12-13-14-15-16-17-18-19-101-112-113-114-115-116-117-118-119	cond. in poliestere da 470 nF
C2-102	cond. elettr. da 470 µF 16 Vl
C3-9-103-109	cond. ceramici da 100 pF
C4-104	cond. in poliestere da 6,8 nF
C5-105	cond. in poliestere da 2,2 nF
C6-106	cond. ceramici da 680 pF
C7-107	cond. in poliestere da 33 nF
C8-108	cond. ceramici da 1 nF
C10-110	cond. ceramici da 470 pF
C11-111 *opzionali	cond. in poliestere da 470 nF
IC1-101	circuiti integrati HA12017
IC2	circuito integrato DG308
IC3	circuito integrato 4051
IC4-5-6-7-8-9-104-105-106-107	circuiti integrati 5532
IC10-11	circuiti integrati DG507A
1	circuito stampato
2	connettori Molex a 5 poli

Latch ad 8 vie

Tutti i resistori sono da 1/4 W 5%

R1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	resistori da 22 kΩ
R17	resistore da 15 kΩ
R18	resistore da 470 kΩ
R19	resistore da 3,3 kΩ
R20	resistore da 2,2 kΩ
C1	cond. ceramico da 100 pF
IC1-2	circuiti integrati 4081
IC3-4	circuiti integrati 4072
IC5	circuito integrato CA3130
IC6	circuito integrato 4051
SW1-2-3-4-5-6-7-8	commutatori con LED (vedi schema)

Alimentatore

Tutti i resistori sono da 1/4 W 5%

R1-4	resistori da 120 Ω
R2-3	resistori da 1,2 kΩ
R5-6	resistori da 10 kΩ
C1-2	cond. elettr. da 1000 µF 25 Vl
C3-4-5-6	cond. elettr. da 10 µF 16 Vl
IC1	circuito integrato LM317MP
IC2	circuito integrato LM337MP
D1-2-3-4	diodi 1N4001
FS1	fusibile ritardato da 100 mA
T1	trasf. sec.: 12+12 V 0,5 A
1	circuito stampato
2	clip per fusibile
2	viti e dadi M3
2	dissipatori termici 21°C/W
1	morsettiera a vite quadripolare

GRUPPO EDITORIALE JACKSON

EDUCAZIONE TEC

LIBRI DI TESTO PER

Pietro Adorni
ELETTROTECNICA GENERALE
NIE 681455 N
pp. 412 • L. 24.000
Gli argomenti trattati sono quelli essenziali per una completa preparazione di base di elettrotecnica. Nessun aspetto teorico di definizione o di dimostrazione viene enunciato senza essere adeguatamente motivato dal punto di vista logico-funzionale. Gli esempi, ampiamente discussi, consentono di passare dal teorico al pratico con disinvoltura.

Paul B. Zbar
Joseph G. Sloop
DALL'ELETTROTECNICA ALL'ELETTRONICA INTEGRATA
Manuale di laboratorio
NIE 681469 Q
pp. 760 • L. 45.000
In questo testo vengono affrontate le tematiche riguardanti i corsi di esercitazioni pratiche di elettrotecnica, elettronica di base ed elettronica integrata. Ogni esperimento prevede l'indicazione degli obiettivi didattici da raggiungere, una introduzione tecnica, un sommario con un test di autovalutazione.

Mario Malcangi
SISTEMI, MODELLI E PROCESSI
Corso di sistemi d'automazione Vol. I
NIE 681451 J
pp. 200 • L. 18.000
Il libro fornisce una metodologia sistemistica orientata alle applicazioni nel campo dell'automazione, del controllo, dell'automatica in generale. Vengono presentati gli elementi tecnologici che portano alla realizzazione dei sistemi e gli strumenti di natura teorica e metodologica per l'analisi e la sintesi di sistemi di qualsiasi natura automatica.

Herbert Taub
Donald Schilling
FONDAMENTI DI ELETTRONICA INTEGRATA DIGITALE
NIE 681110 J
pp. 308 • L. 24.000
Dal famoso testo dei prof. Taub e Schilling, ampiamente utilizzato nelle università italiane, si è effettuata una riedizione adatta alle scuole medie superiori. La trattazione privilegia un approccio funzionale e conduce alla realizzazione sperimentale.

Dino Pellizzaro
MISURE ELETTRICHE
NIE 681447 Q
pp. 400 • L. 25.000
Vengono affrontate tutte le tematiche relative ad un corso di misure elettriche e laboratorio, con particolare risalto alle esercitazioni il cui scopo è spesso quello di ricavare sperimentalmente le leggi che governano l'elettrotecnica. La presentazione di data sheet, apparecchiature e strumenti, consente di affrontare gli aspetti relativi alla tecnologia e alle costruzioni.

Mauro Gargantini
Armando Zecchi
ELETTRONICA INTEGRATA LINEARE
NIE 681416 X
pp. 392 • L. 23.000
Un efficace manuale per poter impostare la progettazione circuitale sulle nuove tecnologie elettroniche e la loro realizzazione pratica. Viene approfondito lo studio dell'amplificatore operazionale e delle sue applicazioni. Viene affrontata tutta l'area di progettazione della microelettronica lineare.

Mario Malcangi
SISTEMI DIGITALI PER L'AUTOMAZIONE
Corso di sistemi d'automazione Vol. II
NIE 681453 L
pp. 200 • L. 18.000
Nella parte tecnologica vengono trattati gli elementi di base dei sistemi a microprocessore, delle unità programmabili di natura centrale e periferica, degli strumenti di comunicazione tra sistemi programmabili. Nella parte metodologica vengono discussi gli elementi fondamentali per l'analisi e lo sviluppo di sistemi programmabili.

Eugenio Piana
Pierfranco Ravotto
PROGETTARE CON L'ELETTRONICA DIGITALE
Dalla logica cablata al programmabile
NIE 681459 R
pp. 640 • L. 32.000
Sintetiche schede di "teoria" accompagnano 66 "esercitazioni" tutte rivolte alla comprensione ed all'uso di componenti in commercio di cui sono forniti i data sheet. È possibile realizzare in proprio, a scuola o a casa, la scheda necessaria per alimentare, montare e provare i diversi circuiti.

Thomas L. Floyd
CIRCUITI ELETTRICI
Corso di elettrotecnica generale
NIE 681471 A
pp. 672 • L. 35.000
Questo libro tratta gli argomenti essenziali relativi ai circuiti elettrici in corrente continua e in alternata, con particolare riguardo alle applicazioni e alla risoluzione dei problemi proposti a due livelli, uno relativamente basso, l'altro più impegnativo e stimolante. Alla fine del libro sono fornite le soluzioni.

Giuseppe Giuliano
MICROPROCESSORI
Architettura e programmazione
NIE 681461 X
pp. 252 • L. 20.000
Partendo dai concetti di base e dagli aspetti circuitali e di programmazione associati al microprocessore, la trattazione si concretizza nella descrizione di tre diverse MPU. Di esse una è del tutto generica e viene trattata quale base teorica per facilitare la comprensione del componente microprocessore. Le restanti rappresentano l'MPU Z80 e l'8086.

Mario Malcangi
SISTEMI, AUTOMAZIONE E CONTROLLO
Corso di sistemi d'automazione Vol. III
NIE 681393 B
pp. 192 • L. 18.000
Vengono affrontate le tecniche dell'acquisizione dati, il controllo, il trattamento numerico dei segnali e la comunicazione dei dati. Il libro comprende una parte a carattere metodologico: hardware della logica programmata, software, applicazioni in tempo reale e modelli di controllo.

Ugo Sgubbi
Santi Farina
Alessandro Gava
TELEMATICA DI BASE
NIE 681381 C
pp. 192 • L. 18.000
Un testo efficace per fornire ai futuri periti in telecomunicazione le conoscenze di base richieste dal mercato del lavoro. Viene analizzato il mondo della telematica, nei suoi aspetti fondamentali: dispositivi standard e sistemi di comunicazione. Particolare accento viene posto sui modem banda base e fonici di cui vengono descritti il funzionamento ed il miglior uso.

Nuovi str per una scuola

IN VENDITA PRESSO:

libreria fiduciaria Jackson

NICA SUPERIORE

GLI ISTITUTI TECNICI

ADEGUATI AI PROGETTI AMBRA ED ERGON

Paul B. Zbar
Joseph G. Sloop
LABORATORIO DI ELETTRONICA INTEGRATA
NIE 681405 X
pp. 246 • L. 18.000
Le caratteristiche dei circuiti integrati lineari e degli amplificatori operazionali. Vengono proposte esperienze per utilizzare circuiti integrati per la generazione dei segnali e i circuiti PLL. Si mostrano alcune utilizzazioni dei circuiti integrati digitali e dei convertitori A/D e D/A.

Renzo Traversini
MICROELETTRONICA: TECNOLOGIE E DISPOSITIVI
Corso di tecnologie elettroniche Vol. II
NIE 681126 W
pp. 192 • L. 18.000
Le tecnologie più utilizzate per la fabbricazione dei circuiti integrati al silicio, presentate in stretto legame con le strutture fisiche dei componenti (diodi, transistor bipolari, transistori MOS) che con esse si realizzano.

Mariangela Botti
DAL PROBLEMA AL PROGRAMMA
NIE 681352 J
pp. 328 • L. 24.000
Obiettivo è quello di fornire agli allievi che iniziano lo studio dell'informatica gli elementi fondamentali per la risoluzione di un problema sino alle soglie della sua codifica. I numerosi esercizi risolti e proposti giocano un ruolo di assoluto rilievo: attraverso l'analisi e la descrizione degli algoritmi vengono presentate le strutture fondamentali della programmazione, gli array e le subroutine.

Felice Tarantini
COMMUTAZIONE TELEFONICA AUTOMATICA
NIE 681403 Q
pp. 220 • L. 23.000
Fornisce agli studenti la conoscenza delle tecniche di commutazione automatica affermatesi in Italia a partire dai primi sistemi automatici fino agli attuali sistemi interamente elettronici, evidenziando l'aspetto funzionale tecnologico degli autocommutatori. Vengono poi descritti il funzionamento della rete telefonica nazionale e le tecniche di commutazione nelle centrali.

Paul B. Zbar
Joseph G. Sloop
LABORATORIO DI ELETTROTECNICA
NIE 681399 M
pp. 302 • L. 21.000
L'uso del multimetro, la realizzazione di alcune reti elettriche, le caratteristiche di alcuni campi elettrici e magnetici, l'utilizzo dell'oscilloscopio, alcune esercitazioni sui condensatori, sugli induttori e quindi sui circuiti RL, RC, RLC serie e parallelo.

Fosco Bellomo
ELEMENTI PASSIVI TECNOLOGIE E DISPOSITIVI
Corso di tecnologie elettroniche Vol. I
NIE 681457 P
pp. 352 • L. 24.000
Vengono introdotti i fondamenti tecnologici relativi ai materiali utilizzati nel campo elettronico e ai parametri meccanici, fisici e chimici che ne determinano la scelta. Vengono analizzate le tecnologie costruttive degli elementi cosiddetti passivi, quali resistori, condensatori, induttori, legandole alle strutture fisiche dei componenti e agli aspetti applicativi degli stessi.

Peter Bishop
INFORMATICA GENERALE
NIE 681473 J
pp. 540 • L. 24.000
Cod.: SD668
Tutti gli aspetti teorici e pratici della materia informatica, come previsto dai programmi ministeriali per gli Istituti Tecnici Industriali e Commerciali. Si articola in cinque sezioni: i principi dell'elaborazione dell'informazione, la struttura dell'elaboratore e l'architettura dei sistemi, il software di sistema, l'organizzazione dei dati e le applicazioni.

Giuseppe Saccardi
TELEMATICA DAI PROTOCOLLI ALLE RETI
NIE 681449 X
pp. 240 • L. 24.000
Il mondo della telematica partendo dall'evoluzione verso le reti telematiche, descrivendo i protocolli di trasmissione sincroni oggi più usati, cioè i BSC, l'SDLC, l'HDLC. Sono descritti i dispositivi per reti telematiche, di multiplazione e di concentrazione, il che permette di comprendere il passaggio da una rete convenzionale ad una commutazione di pacchetto.

Paul B. Zbar
Joseph G. Sloop
LABORATORIO DI ELETTRONICA DI BASE
NIE 681401 W
pp. 272 • L. 18.000
Il funzionamento dei multimetri e degli oscilloscopi per la misura delle grandezze elettriche fondamentali, esercitazioni sui diodi a semiconduttori sui circuiti elettronici che li utilizzano, esperimenti sugli alimentatori, sui transistori a funzione e ad effetto di campo.

Fosco Bellomo
MICROELETTRONICA NUOVE TECNOLOGIE
Corso di tecnologie elettroniche Vol. III
NIE 681467 W
pp. 200 • L. 18.000
L'obiettivo in questo testo è quello di fornire, a completamento dei programmi ministeriali del triennio degli Istituti Tecnici, una conoscenza approfondita sulle nuove tecnologie, con la descrizione delle mete raggiunte e dei vantaggi ottenuti ed ipotizzando, in alcuni casi, quali potranno essere i successivi sviluppi.

Salvatore Consentino
ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE STUDI DI FABBRICAZIONE E DISEGNO
NIE 681463 K
pp. 216 • L. 22.000
Si articola in tre parti: la prima mette in rilievo l'importanza della grafica e delle tecniche di lavoro legate al CAD. Una seconda parte è dedicata alla struttura dell'impresa industriale nelle sue principali funzioni e sono descritti limiti e vantaggi dei modelli nella ricerca operativa. L'ultima sezione riguarda gli aspetti relativi alla produzione.

Paul H. Young
COMUNICAZIONI ELETTRICHE
Corso di radioelettronica
NIE 681465 M
pp. 498 • L. 34.000
Partendo dalla descrizione degli amplificatori a radiofrequenza, degli oscillatori, degli spettri dei segnali e dei sistemi di modulazione d'ampiezza, si passa alla trattazione dei più moderni circuiti di trasmissione e di ricezione. Ampio spazio viene dedicato alla comunicazione digitale e alle tecniche di trasmissione dati.

umenti
che cambia

DISTRIBUZIONE ESCLUSIVA:

La Nuova Italia

TUNER A SINTESI DI FREQUENZA

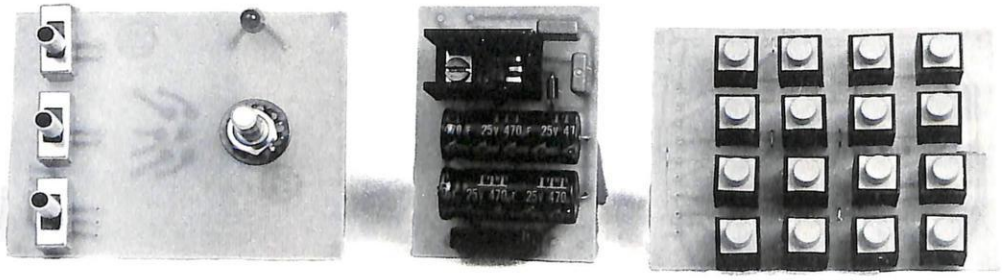
di F. Pipitone (2ª parte)

In questa seconda parte prenderemo in esame il modulo FP200 e la tastiera di comando. Il modulo FP200 viene fornito già montato e preparato essendo la parte più importante dell'intero tuner.

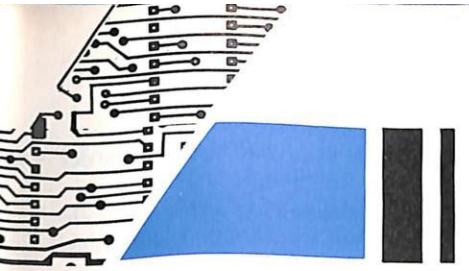
Circuito elettrico del modulo FP 200

Il cervello di tutto il circuito che governa il tuner AM/FM stereo è contenuto nel modulo FP200, di cui possiamo vedere lo schema elettrico in Figura 1.
Per la prima volta, disponibile un sistema di sintesi di frequenza quasi completamente integrata grazie al uPD 1706G-013 e al relativo predivisore µPB 556 AC.
Il microcomputer è un modulo LSI CMOS con un contenitore slim flat e presenta le seguenti caratteristiche:

- PLL, swallow counter e controller per OM e per FM su un unico chip (AM/FM);
- transistor pilota segmenti integrati per indicatore LCD;
- orologio/sveglia 24 ore;
- decoder interno per indicazione a 4 cifre e 1/2 in funzionamento multiplex;
- corrente stand-by molto bassa (400 nA con Vdd=3 V);
- elevata frequenza di riferimento (FM: 50 kHz) tramite impiego di un pulse swallow counter che permette un elevato rapporto segnale/rumore;
- uscita di pilotaggio per la commutazione del rapporto di divisione del predivisore µPB 556 AC;
- oscillatore di cadenza interno e divisore per la generazione delle frequenze di riferimento (FM: 50 kHz, OM: 9 kHz);
- l'istruzione clear automatica del controller con collegamento della tensione di alimentazione avviene senza impiego di componenti esterni;
- possibilità di indicazione della memoria preselezionata;
- in funzionamento FM, la FI è selezionabile esternamente (10,650 MHz/ 10,675 MHz/ 10,725 MHz);
- ricerca automatica nelle direzioni avanti-indietro;
- sintonia manuale;
- selezione diretta di sei memorie preselezionate in FM e di altrettante in AM;
- last station memory.



Il modulo predivisore µPB 556 AC è un divisore 16/17 commutabile per frequenza fino a 130 MHz inserito in un contenitore DIP a 8 pin. Con una tensione d'ingresso minima di 150 mVpp, l'amplificatore incorporato fornisce una tensione d'uscita tipica di 1,2 Vpp. Con una tensione di alimentazione di 5 V, l'assorbimento tipico è solo di 8,9 mA.
Il µPD 1706G-013 con il µPB 556 AC, assieme al filtro loop attivo costituisco-



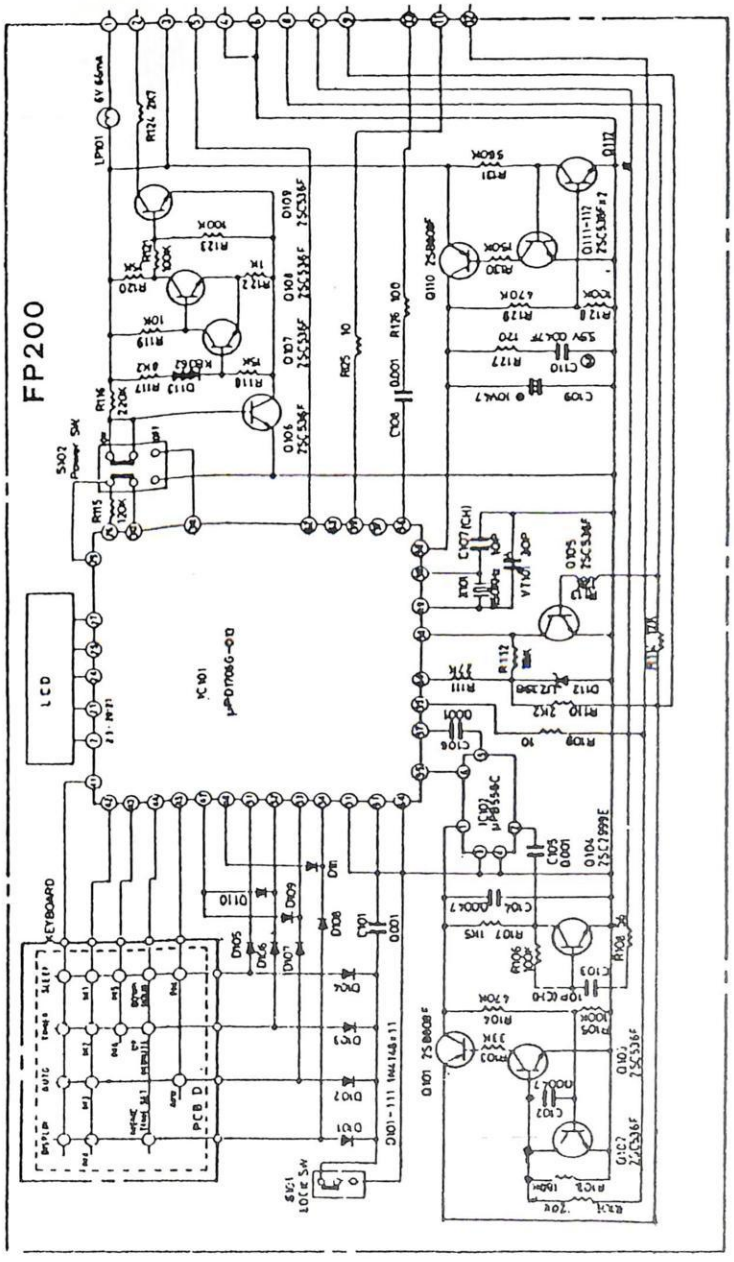


Figura 1. schema elettrico interno del modulo FP200 che è il cuore del sintonizzatore a sintesi di frequenza.

no il sistema completo di sintesi PLL FM con sintonia a diodi varicap.

L'oscillatore e la tensione di sintonia

Poichè l'ampiezza del segnale fornito dall'oscillatore FM tramite lo stadio di disaccoppiamento non è sufficiente per il pilotaggio diretto del modulo prediviso-re, è necessario un'amplificatore. Il prediviso re invia al controller il segnale prediviso ed amplificato attraverso il pin 5 e riceve da questo (sul pin 6) gli impulsi di commutazione per il rapporto di divisione di volta in volta necessario. Nel microcomputer il segnale dell'oscillatore prediviso viene ulteriormente ridotto in base al fattore di divisione e, nello stadio comparatore di fase digitale, viene infine confrontato in frequenza ed in fase con il segnale di riferimento a 50 kHz derivato dal quarzo. I disturbi che si manifestano all'uscita del discriminatore di fase ad alta resistenza quando è agganciato, sono causati dai transistor pilota necessari per il funzionamento multiplex; questi disturbi vengono sufficientemente soppressi per mezzo del relativo stadio di elaborazione. Gli impulsi aghiformi necessari per la regolazione dell'oscillatore vengono invece amplificati ed inviati al filtro loop il quale è predisposto come filtro attivo e fornisce la tensione continua priva di disturbi per l'accordo a diodi dell'oscillatore e del circuito d'ingresso della sezione miscelatrice.

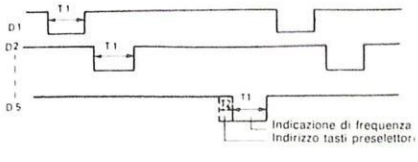
Segmento / Tempo	a	b	c	d	e	f	g
T 1	AM	1	1	FM/DP	blank		
T 2	blank			Emissione BCD			

Figura 2a. Tabella per il funzionamento in multiplex del display.

g	f	e	Stazione
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6

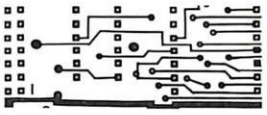
Abbinamento delle uscite segmenti in codice BCD

Figura 2b. Sequenza cronologica dei segnali sulle linee D1-5.



Il display LCD

Anche il pilotaggio del display viene effettuato dal controller, nel quale sono già integrati i transistor pilota dei seg-



stadio di agganciamento. Il tempo transitorio totale, cioè il tempo necessario affinchè la tensione di sintonia si regoli al nuovo valore, è invece il tempo T1+T2. Nel dimensionamento della costante di tempo del filtro loop occorre quindi fare attenzione che il processo transitorio per la tensione di sintonia sia compreso entro detto intervallo. Processi transitori troppo lunghi (sistemi a bassa attenuazione) causano dei rumori fastidiosi, poichè il percorso del segnale BF viene sbloccato dall'uscita Mute del controller.

Per la ricerca delle stazioni è auspicabile un processo trasitorio abbastanza veloce, poichè il segnale SD deve essere presente non più tardi di 80 ms dopo l'identificazione del raster, per arrestare la ricerca automatica. Questo però significherebbe una cattiva soppressione degli impulsi di postsintonizzazione sull'uscita del filtro.

Per raggiungere un rapporto segnale/disturbo elevato si è dovuto trovare quindi un compremesso fra comportamento ai trasitori e mancanza di disturbi sulla tensione di sintonia. Il modulo controller offre inoltre altre due funzioni, che possono venir selezionate per mezzo della matrice della tastiera:

- per evitare un azionamento involontario dei tasti, la tastiera di immissione può venir bloccata con un interruttore Lock.

Azionando questo interruttore meccanico, l'immissione viene impedita elettricamente cosicchè l'azionamento involontario dei tasti non comporta alcuna conseguenza.

- il display a cristalli liquidi può essere illuminato tramite l'interruttore meccanico LP per una buona visione notturna.

I tasti delle gamme d'onda FM (87,5 - 108 MHz) e AM (522 - 1611 kHz) come pure quello per la commutazione Man/Auto, si sbloccano a vicenda. Il display, pilotato direttamente dal controller, indica la frequenza di ricezione AM/FM e la disponibilità dei programmi in memoria.

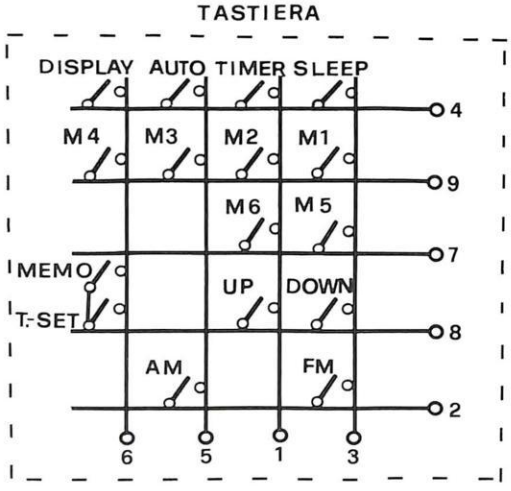


Figura 3. Schema elettrico della tastiera a matrice.

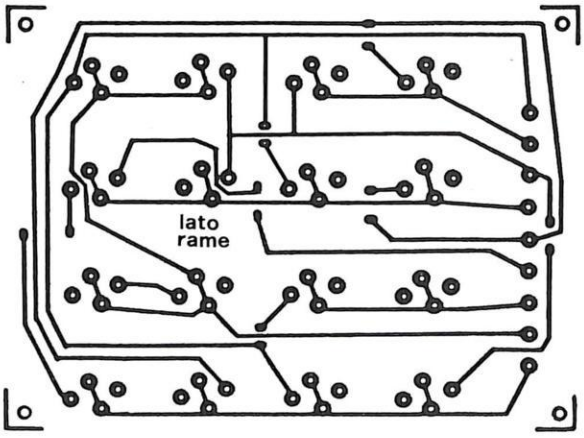


Figura 4. Circuito stampato della tastiera visto dal lato rame in scala unitaria.

menti SA/SG per il funzionamento multiplex: vedere la tabella di Figura 2a. L'allacciamento dei segmenti al chip IC101, presenta una particolarità dull'uscita D5, poichè per mezzo di questa linea viene trasferita l'informazione di ricerca del canale preselezionato. La sequenza cronologica dei segnali sulle linee D1/5, è riportata in Figura 2.

Per il tempo di aggancio del sistema PLL non viene data alcuna indicazione, poichè esso dipende dal cablaggio del filtro loop esterno. Per l'identificazione di aggancio vale qui il primo "eccesso" nel comparatore di fase digitale.

Il controller valuta il primo eccesso del comparatore di fase come segnale per lo

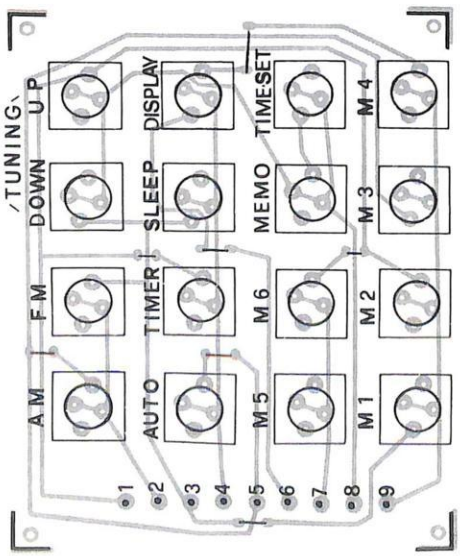


Figura 5. Disposizione dei tasti per la programmazione del tuner.

Se il controller riceve l'ordine di regolare una nuova frequenza di ricezione, esso invia degli impulsi di pilotaggio allo stadio tri-state e ad un filtro ad anello attivo il quale integra la tensione continua, che ha il compito di accordare le unità AM o FM sulla frequenza di ricezione desiderata. Attraverso le uscite dell'oscillatore queste informazioni vengono comunicate al controller. In AM ciò avviene direttamente; in FM invece per motivi di massa (disturbi causati da tensioni perturbatrici), la tensione dell'oscillatore viene separata mediante un trasduttore, viene amplificata ed inviata al controller tramite il predivisore.
Quando la frequenza desiderata coincide con la frequenza effettiva, il chip non genera più impulsi di correzione e la situazione si stabilizza.
In pratica, a causa di correnti residue nell'IC, sull'uscita si formano delle frequenze di disturbo che sono si più piccole degli impulsi di correzione, ma che amplificate dal filtro ad anello, si sovrappongono alla tensione di sintonia e provocano delle modulazioni di frequenza, udibili sotto forma di disturbi. Per bloccare queste frequenze di disturbo prima del filtro ad anello, è stato appunto inserito lo stadio tri-state che permette una tensione continua di sintonia pulita.
Nel funzionamento di ricerca, la funzione "Auto" attiva il controller, per cui agendo su uno dei due tasti di sintonia, la frequenza di ricezione shifta nella direzione desiderata. Il ricevitore si fermerà solo in corrispondenza di una stazione con intensità di campo sufficiente. A ciò provvede il circuito di identificazione delle stazioni.

La tastiera

La Figura 3 mostra lo schema elettrico della tastiera mentre le Figure 4 e 5 mostrano rispettivamente il circuito stampato in grandezza naturale visto dal lato rame e la disposizione pratica dei tasti con la rispettiva funzione. Il collegamento della tastiera al modulo FP200 avviene mediante un cavetto multiplo.
I moduli FP200 e FP201 possono essere prenotati presso la ditta C.S.E. via Maiocchi 8 - 20129 Milano tel. 02/2715767.

Conosci l'elettronica?

RISPOSTE AI QUIZ

1. 48 Ω. La Figura A mostra il collegamento del resistore. La corrente attraverso la prima lampada è:
I = P/V = 6 W/6 V = 1 A
Poichè la seconda lampada può condurre soltanto 0,5 A (secondo i dati forniti), ne consegue che il resistore deve lasciare il passaggio agli altri 0,5 A.
Tensione ai capi della seconda lampadina:
V = P/I = 12/0,5 = 24 V
R = V/I = 24/0,5 = 48 Ω

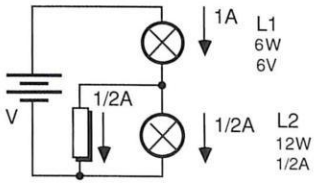


Figura A

2. 30 V. Le tensioni ai capi delle lampadine sono 6 V e 24 V. La batteria deve fornire la caduta di tensione totale, ossia 6 + 24 = 30 V

3. A. Il catodo del diodo è sempre contrassegnato in qualche modo. Osservate la maggiore sezione del terminale di catodo.

4. Se uno, l'altro od entrambi gli ingressi (deviatori) sono a massa (livello logico "0"), l'uscita è zero. Solo quando i due deviatori sono nella posizione corrispondente al livello logico "1" (+5 V), l'uscita passerà a +5 V. Ecco la tabella della verità:

A	B	Vuscita
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La tabella della verità dimostra che il circuito è una porta logica AND

5. D. Ci sono amplificatori operazionali che richiedono una sola tensione di alimentazione.

6. B. Entrambi sono diodi a scarica. Il diac condurrà in entrambe le direzioni se ai suoi capi è collegata una tensione di valore sufficiente. Il diodo a 4 strati condurrà facilmente in una direzione, ma non in quella opposta.

7. La curva segnata con una X indica una corrente più elevata per una data tensione. Questo avviene quando la temperatura è maggiore.

8. A. La configurazione di minima perdita è quella a T. Tuttavia deve essere eliminato il resistore della T più vicino alla resistenza più bassa da adattare.

9. 1,5 Ω. Il valore della resistenza si ricava dall'equazione:
R = (Rf x Rin)/(Rf x Rin)

10. C. Il collegamento dell'amplificatore operazionale di Figura 7 è un notissimo circuito convertitore corrente-tensione.

Pagina mancante

Pagina mancante

LT1070: REGOLATORE A COMMUTAZIONE

corrente d'uscita. Dallo schema a blocchi di Figura 1 si può vedere che il commutatore di potenza chiude all'inizio di ciascun periodo dell'oscillatore e poi apre nuovamente quando la corrente commutata ha raggiunto un determinato valore predisposto. La regolazione della tensione d'uscita viene effettuata prelevando dall'uscita di un amplificatore di tensione di errore un segnale che permette di regolare la corrente di apertura. Questa tecnica offre alcuni vantaggi. In primo luogo, il circuito integrato reagisce immediatamente alle oscillazioni della tensione d'ingresso, diversamente da quanto avviene nei normali regolatori a commutazione, che seguono soltanto variazioni molto lente della tensione d'ingresso.

In secondo luogo, risulta ridotto lo sfasamento di 90° nella bobina di accumulazione dell'energia alle medie frequenze.

Si semplifica così di molto la compensazione in frequenza nel caso di tensioni d'ingresso o carichi fortemente variabili.

Inoltre, si ottiene una limitazione diretta della corrente, da impulso ad impulso, che permette una protezione ottimale del commutatore in caso di sovraccarico o di cortocircuito all'uscita.

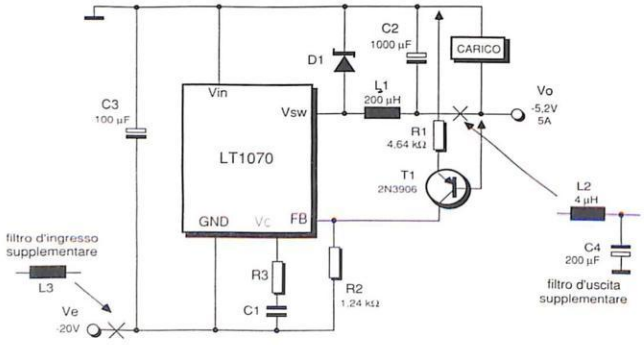


Figura 9. Regolatore riduttore per tensioni d'ingresso e di uscita negative.

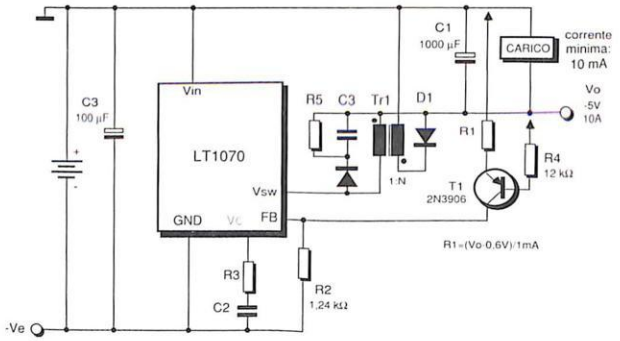


Figura 10. Regolatore riduttore con amplificazione di corrente, per tensioni d'ingresso e di uscita negative.

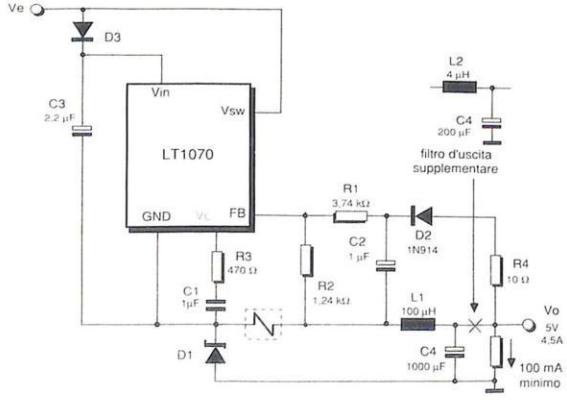


Figura 11. Regolatore riduttore per tensioni d'ingresso e di uscita positive.

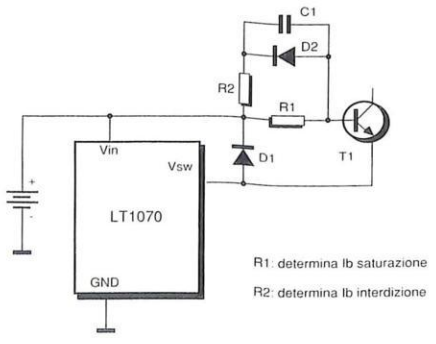


Figura 12. Pilotaggio di un transistore NPN ad alta tensione.

Il numero di riferimento per richiedere ulteriori informazioni sulle notizie pubblicate è sempre indicato al termine della notizia stessa.
Il numero di riferimento per richiedere ulteriori informazioni sugli annunci pubblicati è riportato nell'elenco inserzionisti.

mercato

Multimetro con oscilloscopio

* matrice LCD con 64 x 192 punti
* frequenza di campionamento di 2 MHz

La Leader ha introdotto un multimetro che incorpora un oscilloscopio, il modello LCD 100. L'apparecchio, di semplice uso, ha un eccellente rapporto prezzo/prestazioni ed è particolarmente adatto per l'impiego sia in laboratorio che per il service esterno.
Lo strumento utilizza come display una matrice LCD con 64 x 192 punti su cui vengono riportati tutti i dati relativi alle misure effettuate.
Esso incorpora due funzioni distinte.
La prima è la funzione multimetro "autoranging" con 3200 punti di misura e con una precisione del +/- 0,35% per misure di tensioni

e correnti continue, alternate e resistenze.
La seconda è la funzione oscilloscopio a memoria digitale con frequenza di campionamento di 2 MHz (banda passante a 3 dB - 200 KHz).
La sensibilità verticale va da 10 mV/div a 20 V/div (200 V/div con il probe fornito con lo strumento).
Può funzionare con trigger automatico, normale e single sweepp. con possibilità di pretrigger.
La risoluzione orizzontale è di 8 bit su 256 punti.
La velocità di scansione va da 5 µs/div a 20 s/div.
È possibile far funzionare lo strumento sia in automatico ch in normale.
L'alimentazione dell'LCD 100 è effettuata da batterie o mediante adattatore da rete.

Ampere SpA
Via Scarlatti, 26
20124 Milano
Tel. 02/669405 1
Telefax 02/6705863

Oscilloscopio a basso costo

* sensibilità di 500 µV
* espansione x5 - x10 - x50
* filtro sul trigger

La Tektroni ha presentato un nuovo oscilloscopio portatile a basso costo.
Il Tek 2225 entra a far parte della gamma di modelli della Serie Tek 2200 ed offre prestazioni notevoli per la fascia di prezzo a cui appartiene. Lo strumento ha una banda passante di 50 MHz, l'espansione alternata della traccia, una sensibilità di 500 µV il trigger automatico picco-picco e filtri per alte e basse frequenze.
Il nuovo oscilloscopio è adatto ad impieghi di assistenza tecnica, di produzione e di test, di didattica e di hobbistica. Poiché il trigger TV è standard, il Tek 2225 è anche adatto ad una gamma di utilizzazioni in campo televisivo.
Il Tek 2225 ha la stessa disposizione ergonomica dei comandi frontali già adottata con gli oscilloscopi della Serie 2200.
Il Tek 2225 è un oscilloscopio a 2 canali con una velocità massima di scansione di 5 ns che permette un'accurata analisi dei segnali analogici ed una precisa rilevazione delle relazioni temporali dei segnali digitali.
Altre caratteristiche comprendono un comando variabile di hold-off per sincronizzare forme d'onda complesse ed un localizzatore del raggio che permette di individuare rapidamente il segnale sullo schermo ed accelerare i tempi necessari alla regolazione dei vari comandi dell'oscilloscopio.

Tetroni S.p.A.
Via Lampedusa, 13
20141 Milano
Tel. 02/8444 1

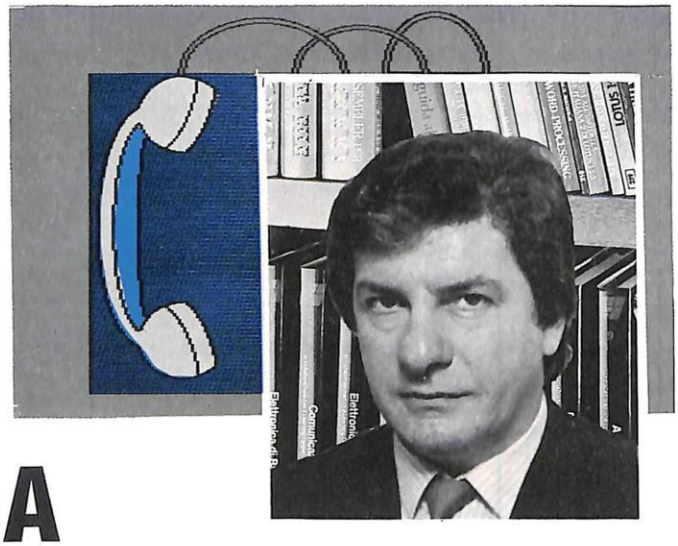
Analog switch quadrupio

* SPST
* alta velocità di commutazione
* bassa resistenza ON

La Siliconix ha annunciato l'analog switch tipo DGP201A per applicazioni di precisione.
Questo è il primo componente di una famiglia di analog switch e multiplexer di precisione che la Siliconix offrirà sul mercato con un significativo miglioramento dei parametri, come la corrente di leakage, le variazioni della resistenza di On e la velocità di commutazione.
Il DGP201A, un interruttore analogico quadruplo tipo SPST è costruito con la tecnologica Siliconix ad ala tensione chiamata PLUSD-40 Cmos.
I miglioramenti includono correnti di leakage source-drain più basse (250 pA a 25 °C e 1 nÁ da –40° C a + 85 °C), tensione di alimentazione che può andare da 10,8 V a 22V, la carica di trasferimento misurata (50pC) e sono garantite le massime variazioni della resistenza di On e i tempi di commutazione tra i vari canali.
Il DGP201A è disponibile sia un dual-in-line plastico che ceramico, sia in SO package.
Il DGP201 AAK/883 è specificato nel campo della temperatura militare (–55°C a 125 °C) e rispetta completamente la Mil standard 883.
Il DGP201 ADJ e DGP201 ADY in SO sono forniti nel campo di temperatura da –40°C a 85°C.
Le consegne per quantità di produzione sono da stock. I prezzi vanno per quantità di 100 pezzi e sono: $ 4.74 per il tipo industriale e dollari 17.51 per quello militare.
Per maggiori informazioni contattare la Siliconix Italia Tel. 02/473661 o la De Mico tel. 02/9520551.

Siliconix Srl
Via B. D'Alviano, 18
20146 Milano
Tel. 02/473661
Telefax 02/4120754

Questa rubrica oltre a fornire consigli o chiarimenti sui circuiti presentati dalla rivista, ha lo scopo di assicurare la consulenza ai lettori. In particolare possono essere richiesti schemi elettrici relativi a realizzazioni a livello hobbistico.
Schemi elettrici di apparecchi industriali-militari e progetti particolarmente complessi sono esclusi da tale consulenza.
Ogni richiesta deve essere accompagnata da L. 8000 a titolo di rimborso delle spese di ricerca. Nel caso in cui non sia possibile fornire una risposta esaudiente, parte dell'importo versato verrà restituito al richiedente.
Non vengono assolutamente presi in considerazione motivi di urgenza o sollecitazioni. Tutto il materiale oggetto della consulenza, potrà essere pubblicato anche sulla rivista ad insindacabile giudizio della redazione.



LINEA DIRETTA CON ANGELO

ANNAFFIATOIO ELETTRONICO

Con l'avvicinarsi delle vacanze estive, ecco giungere puntuale il solito problema dell'annaffiatura delle piante dell'attico. Per evitare di perdere parte della cultura come successe lo scorso anno, sarei grato se pubblicaste o mi inviaste lo schema di un adatto temporizzatore o di qualcosa che permetta una irrigazione automatica e periodica. In attesa di una vostra tempestiva risposta (lo dovrei costruire e collaudare prima della metà di luglio) porgo distinti saluti.

A. Bertini - MILANO

Penso che il suo problema sia sentito dalla gran parte di chi ama la natura, pertanto la accontento presentando lo schema elettrico di un annaffiatoio di sicuro funzionamento: Figura 1. Si tratta di un circuito intelligente che pilota una elettropompa in funzione anche della luce presente; ma vediamo come opera.

IC1 è un convertitore a 14 bit con oscillatore incorporato: all'uscita Q14 la frequenza dell'oscillatore risulta divisa per 8192. I resistori R1, R2 e PT1 determinano, col condensatore C1, la frequenza di lavoro. L'azzeramento del contatore si effettua rendendo positivo il suo pin 12. Il segnale di reset può venire portato in due modi: dando alimentazione al circuito, in questo caso C2 si carica tramite R3, oppure facendo arrivare l'impulso positivo attraverso il differenziatore C3-R3 quando diventa positiva l'uscita di N2. Azzerato il contatore, questo comincia a contare impulsi fino a raggiungere 8192 dopodichè Q14 va alta. Dato che tale uscita è collegata, tramite D1, ai resistori R1 e R2, l'oscillatore si blocca. La stessa uscita polarizza l'ingresso invertente di N1 tramite il partitore formato dai resistori R5 e R6.

Il chip LM358 contiene i due operazionali N1 e N2 il secondo dei quali ha il compito di rilevare la mancanza di luce. Il suo ingresso non invertente viene utilizzato come riferimento ed è polarizzato dal partitore formato da R11, R12 e PT2, mentre LDR e R13 polarizzano l'ingresso invertente. All'imbrunire, aumenta la resistenza

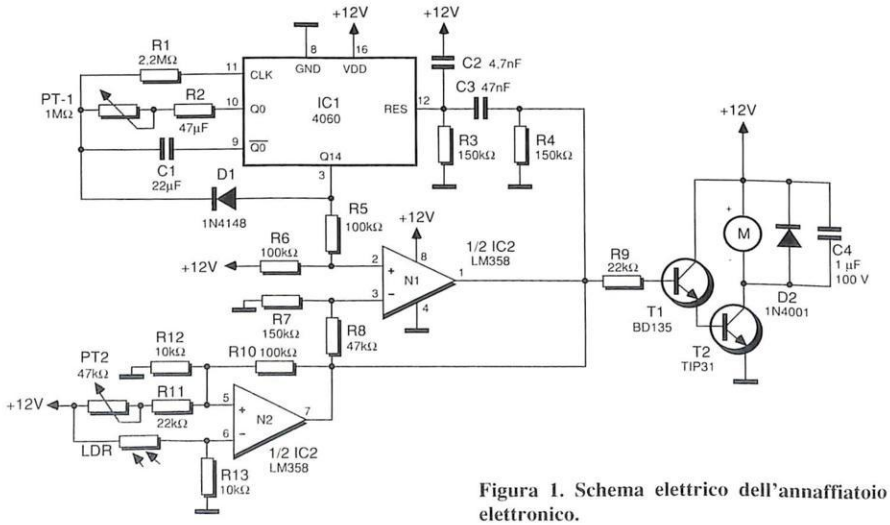


Figura 1. Schema elettrico dell'annaffiatoio elettronico.

dell'LDR ed allora la tensione di polarizzazione scende ad un valore minore di quella di riferimento: l'uscita al pin 7 va alta e fa aumentare leggermente la tensione di riferimento dell'ingresso non invertente tramite R10 evitando instabilità dell'uscita. Con PT2 viene regolato il livello della tensione di riferimento e quindi della sensibilità. Questa stessa uscita porta a zero il contatore tramite C3-R3. Quando Q14 va bassa, l'oscillatore comincia a funzionare, l'uscita di N1 va alta attivando gli amplificatori di potenza e mettendo in marcia la pompa. Eseguito il conteggio da parte di IC1, Q14 va alta per cui l'uscita di N1 va a zero e la pompa si ferma. I transistori T1 e T2 sono incaricati di pilotare la pompa con la dovuta corrente. Prima di montare T2, lo fissi su un piccolo dissipatore termico, eviterà di trasformare l'apparecchio in una stufa. A riposo il circuito assorbe 3 mA; con la pompa in funzione, l'assorbimento sale a 1,2 A. Eviti di alimentarlo a rete, ripiegando su una batteria per auto di almeno 36 A/h ben carica. Terminato il circuito elettrico, monti quello idraulico tenendo conto della quantità d'acqua necessaria. Per un vaso di media grandezza saranno sufficienti 150 cc che, moltiplicati per trenta giorni, di vacanza danno un totale di 4,5 l per ogni vaso. Pratichi qualche foro nei tappi delle taniche perchè altrimenti l'acqua non uscirà per l'aspirazione della pompa, mantenga anche l'uscita dell'acqua più alta del suo livello massimo perchè altrimenti uscirebbe per l'effetto sifone ed infine inserisca in ogni tubo d'uscita dell'acqua una valvola per regolare il flusso del fluido.

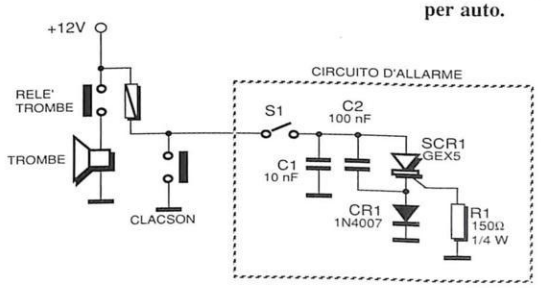
UNO STRANO ANTIFURTO PER AUTO

Un mio conoscente ha acquistato all'estero un antifurto per automobile alquanto strano. E' formato da una scatoletta con interruttore incorporato dalla quale escono due fili. Uno di questi va collegato a massa, l'altro al relè delle trombe. Non appena attivato, non si può più toccare nulla dell'impianto elettrico della macchina: se si accendono i fari o si cerca di effettuare la messa in moto, l'allarme suona immediatamente ed è da notare che l'antifurto non è collegato nè all'accensione nè ai fari. Sarei curioso di sapere come funziona ed eventualmente se si può costruire.

sig. R. Mazzanti - ALTAMURA (BA)

L'antifurto che in lei ha destato tanta meraviglia è semplicemenete astuto. Il suo circuito elettrico appare in Figura 2 e le connessioni sono quelle da lei citate. Il funzionamento è presto spiegato. In stato di allerta S1 è chiuso e C1-C2 si caricano attraverso il relè delle trombe. Se un estraneo accende i fari o effettua l'avviamento, si ha un brusco calo di tensione sull'impianto elettrico ed, in tal modo, il C2 rende il catodo di SCR1 più negativo del gate. In tal modo si ha un passaggio di corrente tra catodo e gate, l'SCR innesca e le trombe suonano. In definitiva, il sistema risponde a qualsiasi calo di tensione sull'impianto quale che sia la causa. Il dispositivo ha però due grossi svantaggi. Il primo è che può dar luogo a falsi allarmi se la tensione cala per cause fortuite; il secondo è che premendo il pulsante del clacson, il tutto è posto in corto e quindi il sistema va a riposo. Siccome i ladri conoscono questo genere di automatismo, la prima cosa che fanno è dare un colpetto al pulsante del clacson. Se, malgrado i difetti spiegati, desiderasse ugualmente realizzare il dispositivo (che ha anche numerosi vantaggi come il basso costo, la possibile miniaturizzazione, la realizzazione facilissima, l'installazione elementare e così via), tenga presente che l'SCR può essere sostituito con un qualunque elemento da 50 V 2 A che abbia una sensibilità di gate di almeno 200 µA.

Figura 2. Ecco un semplice ed astuto antifurto per auto.



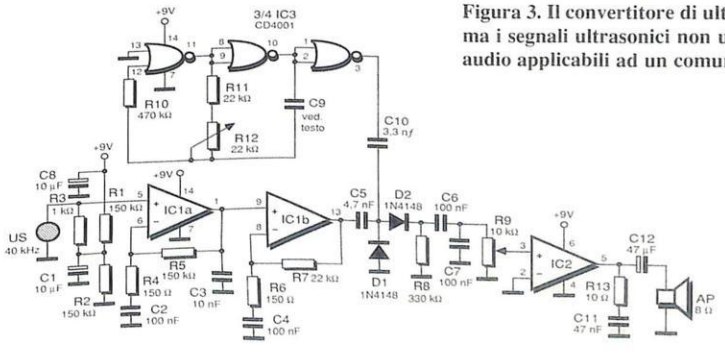
CONVERTITORE DI ULTRASUONI

Per ragioni di lavoro, mi interesso di condutture di gas sotto pressione e delle eventuali perdite. Ho notato su di una rivista estera la pubblicità di rivelatore ultrasonico che sembra essere in grado di rilevare fughe grazie al rumore ultrasonoro da queste generato. Purtroppo tale apparecchio non è importato in Italia e il suo costo è proibitivo. Vengo a chiedere se un tale apparecchio non sia realizzabile o se almeno se ne possa avere lo schema di massima.

sig. F. Gabriello (CO)

Sebbene la sua richiesta sembri abbastanza personale, quindi lontana dallo spirito di questa rubrica, al contrario, un ricevitore ultrasonico può suscitare la curiosità di molti lettori. Vediamo quindi lo schema: Figura 3. Il circuito converte i segnali di frequenza superiore a 20 kHz, quindi non udibili, in segnali audio perfettamente recepibili. Può quindi servire per il controllo di di macchinari che si sospettano irradiare forti segnali ultrasonici, nocivi al sistema nervoso; per mettere a punto antifurti e telecomandi; per studiare il comportamento degli insetti; per comunicare con i delfini; per udire i segnali emessi dai pipistrelli; per prove su materiali e per mille altri impieghi. L'apparecchio è in pratica un convertitore eterodina e i segnali captati dalla capsula ultrasonica possono essere a larga banda in quanto C1 e R3 ne smorzano la selettività. IC1a e IC1b amplificano i segnali per circa un centinaio di dB, mentre IC3c e IC3d generano un segnale ultrasonico, regolabile in frequenza tramite R12 che attraversa IC3a generando un battimento con il segnale all'ingresso, presente al catodo di D2. Il segnale risultante dal battimento può avere una frequenza di qualche decina di Hz o più fino a qualche kHz, per cui è perfettamente udibile. Regolando R12, gli ultrasuoni si manifestano in altoparlante debitamente convertiti. IC2 è l'amplificatore di potenza. Il montaggio del ricevitore non è critico e le parti utilizzate sono facilmente reperibili come può appunto osservare dallo schema elettrico.

Figura 3. Il convertitore di ultrasuoni trasforma i segnali ultrasonici non udibili in segnali audio applicabili ad un comune altoparlante.



LISTINO LIBRI JACKSON

CODICE	TITOLO	PREZZO
	INFORMATICA: CONCETTI GENERALI	
511 A	COME PROGRAMMARE	15.000
503 A	PROGRAMMAZIONE STRUTTURATA, CORSO DI AUTOISTRUZIONE	15.000
101 H	TERMINI DELL'INFORMATICA E DELLE DISCIPLINE CONNESSE	50.000
539 A	LOGICA E DIAGRAMMI A BLOCCHI: TECNICHE DI PROGRAMMAZIONE	40.000
526 P	DATA BASE: CONCETTI E DISEGNO	22.500
GYS190	TRADUTTORI DI LINGUAGGI	26.000
G 240	PAROLE BASE DELL'INFORMATICA	8.000
GYS245	CONCETTI DI INFORMATICA	43.000
GYS248	DATA PROCESSING	45.000
GY 264	DATA FILE	50.000
GYS266	ARCHITETTURE DI SISTEMA	32.000
GY 354	SISTEMI INTELLIGENTI	28.000
CZ 419	ANALISI E PROGRAMMAZIONE	11.000
158 EC	INFORMATICA DI BASE I CONCETTI FONDAMENTALI HARDWARE E SOFTWARE	55.000
526 A	VOI E L'INFORMATICA	15.000
100 H	DIZIONARIO DI INFORMATICA	59.000
GY 551	I LINGUAGGI DELLA 4a GENERAZIONE	65.000
GYS552	PRIMA DEL LINGUAGGIO LA PROGRAMMAZIONE	35.000
GYS 559	C.S.P. - PROCESSI SEQUENZIALI	49.000
GYS 546	ALGORITMI FONDAMENTALI	54.000
GY 618	SISTEMI ESPERTI	28.000
047 T	MICROPROCESSORI	14.500
048 T	DATA BASE	14.500
049 T	FILE	14.500
CI 686	CAPIRE IL PERSONAL COMPUTER	35.000
G 540	MODELLI MATEMATICI E SIMULAZIONE	56.000
GE 688	ENCICLOPEDIA MONOGRAFICA DI ELETTR. E INF. VOLUME I	58.000
GE 689	ENCICLOPEDIA MONOGRAFICA DI ELETTR. E INF. VOLUME II	58.000
	INFORMATICA: SISTEMI OPERATIVI	
352 H	SISTEMI OPERATIVI PER MICROPROCESSORI VOL. 1	18.000
G 223	UNIX LA GRANDE GUIDA	70.000
353 H	SISTEMI OPERATIVI PER MICROPROCESSORI VOL. 2	18.000
G 237	SISTEMI OPERATIVI PER MICROPROCESSORI VOL. 3	18.000
GY 272	SISTEMI OPERATIVI PER MICROCOMPUTER	25.000
GY 273	MS-DOS LA GRANDE GUIDA	45.000
510 P	CP/M CON MP/M	29.000
CZ 538	MS DOS 2 E 3	49.000
G 543	XENIX	45.000
R 588	LAVORARE CON XENIX	70.000
GYS271	SISTEMI OPERATIVI	55.000
R 615	I COMANDI DI XENIX MAIL	12.500
092 D	SOFTWARE DI BASE E SISTEMI OPERATIVI	7.000
093 D	CP/M IL "SOFTWARE BUS"	7.000
094 D	MS-DOS E PC-DOS LO STANDARD IBM	7.000
009 H	UNIX	8.500
011 H	CP/M	8.500
044 T	MS DOS	14.500
045 T	PC DOS	14.500
R 628	MICROSOFT OS/2	50.000
046 T	UNIX	14.500
MS 02 E	COFANETTO "MS-DOS" 5"¼ - Corso autoistruzione	156.000
	INFORMATICA: LINGUAGGI	
501 A	IMPARIAMO IL PASCAL	16.000
502 A	INTRODUZIONE AL BASIC	25.000
500 P	PASCAL MANUALE E STANDARD DEL LINGUAGGIO	16.000
329 A	PROGRAMMARE IN ASSEMBLER	14.000
513 A	PROGRAMMARE IN BASIC	8.000
514 A	PROGRAMMARE IN PASCAL	19.000
516 A	INTRODUZIONE AL PASCAL	39.000
517 P	DAL FORTRAN IV AL FORTRAN 77 (II ED.)	32.000
521 A	50 ESERCIZI IN BASIC	17.000
525 A	BASIC PER TUTTI	23.000
534 A	MANUALE DEL BASIC	45.000
509 A	LOGO. POTENZA E SEMPLICITÀ	20.500

CODICE	TITOLO	PREZZO
507 B	TUO PRIMO PROGRAMMA IN BASIC (II)	19.500
533 A	BASIC DALLA A ALLA Z	19.000
540 A	LINGUAGGIO ADA	19.500
541 P	LINGUAGGIO C	25.000
542 P	COBOL STRUTTURATO: CORSO DI AUTOISTRUZIONE	50.000
508 P	PROGRAMMARE IN C	39.000
G 233	COBOL PER MICROCOMPUTER	35.000
GYS246	ESERCIZI DI FORTRAN	20.000
GYS247	ESERCIZI IN PASCAL: ANALISI DEI PROBLEMI	29.000
GYS254	PROGRAMMAZIONE IN LINGUAGGIO ADA	42.000
GY 270	APL PER IL P.C. IBM	25.000
GYS274	DAL PASCAL AL MODULA 2	26.000
GYS311	LINGUAGGIO C IL LIBRO DELLE SOLUZIONI	24.000
GYS328	APPLICAZIONI IN PASCAL	32.000
GY 535	TURBO PASCAL	29.000
G 544	"C" LIBRARY	49.000
GYS550	PROLOG - LINGUAGGIO E APPLICAZIONE	32.000
R 589	TURBOPASCAL - LIBRERIA DI PROGRAMMI	45.000
042 T	LINGUAGGIO C	12.500
108 D	FORTH ANATOMIA DI UN LINGUAGGIO	7.000
107 D	FORTRAN E COBOL LINGUAGGI SEMPRE VERDI	7.000
086 D	ED È SUBITO BASIC VOL. 1	7.000
087 D	ED È SUBITO BASIC VOL. 2	7.000
034 T	PROLOG	14.000
035 T	LISP	12.500
001 H	COBOL	8.500
006 H	PASCAL	8.500
007 H	BASIC	8.500
010 H	FORTRAN 77	8.500
020 H	LOGO	8.500
022 H	FORTH	8.500
R 612	TURBO PROLOG	50.000
GY 626	IL MANUALE DEL PASCAL	42.000
GY 616	DEBUGGING C	55.000
GY 687	DALLA PROGRAMMAZIONE STRUTTURATA AL PASCAL	42.000
GY 634	FONDAMENTI DI COMMON LISP	40.000
	INFORMATICA: LAVORO E SOCIETÀ	
519 P	COMPUTER GRAFICA	29.000
800 P	ODISSEA INFORMATICA	50.000
407 H	APPLICAZIONI DEL COMPUTER NELL'UFFICIO MODERNO	23.000
802 H	INFORMATICA MUSICALE	27.000
802 P	COMPUTERGRAPHIA	40.000
805 H	COMPUTER FEELINGS	20.000
806 P	COMPUTER PER L'INGEGNERIA EDILE	22.000
807 P	COMPUTER PER IL MEDICO	19.000
CI 231	COMPUTER IMAGE	40.000
CI 241	ODISSEA INFORMATICA STRATEGIE CULTURALI PER UNA SOCIETÀ INF.	32.000
G 400	COMPUTER GRAPHICS E ARCHITETTURA	27.000
PV 409	COMPUTER GRAPHICS E MEDICINA	18.000
GY 487	MEDICO & COMPUTER	45.000
GY 548	INFORMATICA MEDICA	65.000
PA 685	OFFICE AUTOMATION	28.000
	INFORMATICA: SOFTWARE PACCHETTI APPLICATIVI	
556 H	VISICALC	24.000
570 P	CONTABILITÀ COL PERSONAL COMPUTER	27.000
525 P	WORDSTAR	24.000
546 P	MANUALE DEL DBASE II	24.000
578 P	PC NELL'ORG. DELLE PICCOLE AZIENDE: APPL. DEL MULTIPLAN	29.000
561 P	INTRODUZIONE AI FOGLI ELETTRONICI NELLA GESTIONE AZIENDALE	12.000
PP 219	LOTUS 1-2-3: GUIDA ITALIANA ALL'USO	21.000
G 234	RIORDINO E GESTIONE DEGLI ARCHIVI APPLICAZIONI CON PFS-FILE	30.000
PP 255	DBASE III GUIDA ITALIANA ALL'USO	45.000
PP 279	DBASE II CORSO DI ISTRUZIONE	47.000
PP 280	DBASE II CORSO AVANZATO DI ISTRUZIONE	60.000
PP 281	DBASE II CORSO COMPLETO D'ISTRUZIONE	90.000
PA 282	MODELLI DECISIONALI PER IL MANAGER	50.000
PA 288	PIANIFICAZIONE AZIENDALE PLANNING, MARKETING STRAT., BUDGETING	35.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
PP 310	LA GRANDE GUIDA LOTUS A SYMPHONY	70.000
PP 326	MULTIPLAN CORSO D'ISTRUZIONE	40.000
PP 344	FRAMEWORK II - GUIDA ITALIANA ALL'USO	27.000
PP 351	WORD PROCESSING	27.000
PP 467	IMPARA 1-2-3 CON LA GRANDE GUIDA LOTUS	45.000
PP 468	CHART - CORSO ISTRUZIONE	45.000
PP 473	IL NUOVO 1-2-3 GUIDA ALL'USO DELLA VERSIONE ITALIANA 2 LOTUS 1-2-3	29.000
PA 474	BILANCIO, BUDGET, CASH FLOW (FLOPPY)	40.000
PP 475	DBASE III - CORSO DI PROGRAMMAZIONE	23.000
PA 476	PREVISIONE, PIANIFICAZIONE, SIMULAZIONE CON LOTUS 1-2-3 (FLOPPY)	60.000
PV 477	GUIDA ALLA BUSINESS GRAPHIC	20.000
PP 480	AUTOCAD	40.000
PP 481	RBASE 5000 - GUIDA ITALIANA ALL'USO	20.000
PP 537	IL MANUALE DI WINDOWS	60.000
PP 539	DBASE III - TECNICHE AVANZATE DI PROGRAMMAZIONE	42.000
PP 545	APPLICAZIONI DI DBASE III (FLOPPY)	50.000
PA 566	MODELLI DECISIONALI CON LOTUS 1-2-3 (FLOPPY)	40.000
PP 577	MANUALE DBASE III PLUS	49.000
039 T	WORDSTAR	12.500
040 T	LOTUS 1-2-3	12.500
043 T	WINDOWS	12.500
PP 621	I COMANDI DI DBASE III PLUS	12.500
095 D	GUIDA AI PACKAGE APPLICATIVI MERCEOLOGIA DEL SOFTWARE	7.000
096 D	VISICALC GUIDA RAPIDA ALL'UTILIZZO	7.000
098 D	WORD PROCESSING	7.000
103 D	LOTUS 1-2-3 E SIMPHONY IL FASCINO DELL'INTEGRAZIONE	7.000
104 D	DBASE II E III I PRINCIPI DI DATABASE	7.000
106 D	MULTIPLAN SPREADSHEET MULTISTRATO	7.000
110 D	PACKAGE A CONFRONTO PROVE DEI SOFTWARE PIU DIFFUSI	7.000
031 T	FRAMEWORK E FRAMEWORK II	12.500
033 T	MULTIPLAN 2.02	12.500
036 T	SYMPHONY	12.500
038 T	REFLEX	12.500
026 H	VISICALC	8.500
027 H	EASY SCRIPT	8.500
032 H	WORD	8.500
033 H	PAGE MAKER	8.500
034 H	PROJECT	8.500
035 H	RBASE	8.500
PP 611	GUIDA ALL'USO PROFESSIONALE REFLEX	55.000
PP 636	MANUALE DI WORD	70.000
PP 594	GUIDA ALL'USO PROFESSIONALE DI LOTUS 1-2-3	50.000
	PERSONAL COMPUTER	
550 D	PROGRAMMI PRATICI IN BASIC	15.000
515 H	BASIC E LA GESTIONE DEI FILE VOL. I: METODI PRATICI	15.000
551 D	75 PROGRAMMI IN BASIC PER IL VOSTRO COMPUTER	12.000
552 D	PROGRAMMI DI MATEMATICA E STATISTICA IN BASIC	20.000
554 P	PROGRAMMI SCIENTIFICI IN PASCAL	29.000
516 H	BASIC E LA GESTIONE DEI FILE - VOL. 2	17.000
CH 182	COMPUTER HARDWARE REALIZZ. PRATICHE PER GLI HC PIÙ DIFFUSI	18.000
CI 187	COMPUTER L'HOBBY E IL LAVORO	12.000
G 235	GRAFICA PER PERSONAL COMPUTER	39.000
GE 263	METODI DI INTERFACC. PERIFERICHE	43.000
GE 402	CORSO DI AUTOISTRUZIONE PER MICROCOMPUTER VOL. 1 + VOL. 2	35.000
PA 406	COME GESTIRE LA PICCOLA AZIENDA CON IL P.C.	22.000
PP 408	BUSINESS IN BASIC	23.000
CI 412	IL COMPUTER È UNA COSA SEMPLICE	15.000
CC 415	CONTROLLO DEI DISPOSITIVI DOMESTICI CON IL P.C.	23.000
CI 416	GRAFOLOGIA, NUMEROLOGIA, OROSCOPI	15.000
159 GC	PERSONAL COMPUTER DAL SOFTWARE DI BASE ALLE APPLICAZIONI D'UFFICIO	55.000
R 587	HARD DISK - LA GRANDE GUIDA	75.000
084 D	INTRODUZIONE AI PERSONAL COMPUTER VIVERE COL PC	7.000
099 D	SCRIVERE UN'AVVENTURA, 1000 AVVENTURE COL PROPRIO PC	7.000
100 D	GRAFICA E BASIC LE BASI DELLA COMPUTERGRAFICA	7.000
085 D	HARDWARE DI UN PERSONAL COMPUTER DENTRO E FUORI LA SCATOLA	7.000
101 D	GESTIONE DEI FILE IN BASIC E PASCAL VOL. 1	7.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
102 D	GESTIONE DEI FILE IN BASIC E PASCAL VOL. 2	7.000
113 D	DISEGNARE COL PERSONAL COMPUTER	7.000
105 D	PERSONAL E HOME COMPUTER A CONFRONTO	7.000
112 D	SUONO E MUSICA COL PERSONAL COMPUTER	7.000
109 D	COSTRUIRSI UN PERSONAL DATABASE	7.000
097 D	GUIDA ALL'ACQUISTO DI UN PERSONAL COMPUTER	7.000
088 D	TO DO OR NOT TO DO COME AVER CURA DEL PROPRIO PC	7.000
089 D	SOFTWARE STRUTTURATO CON ELEMENTI DI PASCAL	7.000
090 D	DIZIONARIO DI INFORMATICA	7.000
091 D	BASI DELLA PROGRAMMAZIONE STENDERE UN PROG. COME SI DEVE	7.000
004 H	PROGRAMMAZIONE	8.500
015 H	PROGRAMMI DI STATISTICA	8.500
	PERSONAL COMPUTER: COMMODORE	
347 D	VOI E IL VOSTRO COMMODORE 64	24.000
348 D	COMMODORE 64 - IL BASIC	28.000
400 D	FACILE GUIDA AL COMMODORE 64	13.500
400 B	COMMODORE 64 - FILE	19.000
409 B	COMMODORE 64 - LA GRAFICA E IL SUONO	34.000
570 D	MATEMATICA E COMMODORE 64	26.500
350 D	LIBRO DEI GIOCHI DEL COMMODORE 64	24.000
573 D	GRAFICA E COMMODORE 64	15.000
575 D	TECNICHE DI PROGRAMMAZIONE SUL COMMODORE 64	16.500
572 D	LINGUAGGIO MACCHINA DEL COMMODORE 64 (FLOPPY)	35.000
413 B	COMMODORE 16 PER TE. BASIC 3.5	35.000
576 D	SISTEMA TOTOMAC: LA NUOVA FRONTIERA DEL TOTOCALCIO	29.000
548 B	64 PERSONAL COMPUTER E C64	45.000
427 B	C16 SEMPRE DI PIU	35.000
SDP222	STATISTICA AD UNA DIMENSIONE CON IL C64	24.000
CC 229	IMPARA IL BRIDGE CON IL COMPUTER: C64	50.000
CC 230	ROMANZO ROSA CON IL C64	40.000
CC 244	LAVORIAMO CON IL C16	20.000
CC 256	GUIDA AL COMMODORE PLUS 4	30.000
CC 260	AVVENTURE (COMMODORE 64)	20.000
CC 320	AMIGA HANDBOOK	35.000
CC 322	COMMODORE 128 OLTRE IL MANUALE	29.000
CC 323	PROGRAMMI PER COMMODORE 128	29.000
CC 324	PROGRAMMI PER C16	27.000
CC 329	LINGUAGGIO MACCHINA PER IL C16	16.000
CZ 541	128 E 64 - LE PERIFERICHE	32.000
CC 564	MANUALE RIPARAZIONE C64	55.000
CZ 532	MANUALE D! AMIGA	39.000
002 H	COMMODORE 64	8.500
005 H	VIC 20	8.500
CC 658	GRAFICA E SUONO PER C64 - 64PC - C128 - FLOPPY	35.000
CC 657	MANUALE DEL COMMODORE C64 - 64PC - C128 - FLOPPY	
CC 627	AMIGA 500	55.000
	PERSONAL COMPUTER: SINCLAIR	
CC 286	SUPERBASIC PER SINCLAIR QL	30.000
CC 287	MANUALE DEL SINCLAIR QL	29.000
017 H	SINCLAIR SPECTRUM	8.500
	PERSONAL COMPUTER: IBM	
564 D	PROGRAMMI UTILI PER IBM PC	19.000
G 217	GRAFICA PER IL PERSONAL COMPUTER IBM	39.000
CC 239	IMPARA IL BRIDGE CON IL COMPUTER IBM	50.000
GY 319	PC IBM MANUALE DEL LINGUAGGIO MACCHINA	45.000
GY 335	MAPPING PC IBM GESTIONE DELLA MEMORIA	42.000
PP 407	MANUALE BASE DEL PC IBM	22.000
041 T	PC IBM	12.500
R 609	SOLUZIONI AVANZATE PER IL PROGRAMMATORE	60.000
	PERSONAL COMPUTER: OLIVETTI	
401 A	M20 LA PROGRAMMAZIONE BASIC PCOS	30.000
401 P	PRIMO LIBRO PER M24 MS DOS E GW BASIC	28.000
401 B	OLIVETTI M10 GUIDA ALL'USO	18.000
CL 216	BASIC IN 30 ORE PER M24 ED M20	32.000
CZ 483	MANUALE OLIVETTI M19	42.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
CZ 536	MANUALE PC 128 OLIVETTI PRODEST	29.000
CZ 582	PROGR. PER PC 128 OLIVETTI PRODEST (CASS.)	27.000
	PERSONAL COMPUTER: MSX	
CZ 181	30 PROGRAMMI PER MSX	20.000
417 D	MSX: IL BASIC	23.000
CC 261	AVVENTURE (MSX)	20.000
CC 289	SUPER PROGRAMMI PER MSX	35.000
CC 336	MSX LA GRAFICA	25.000
111 D	STANDARD MSX	7.000
	PERSONAL COMPUTER: APPLE	
331 P	APPLE II GUIDA ALL'USO	31.000
416 P	MACINTOSH NEGLI AFFARI: MULTIPLAN E CHART	16.500
424 P	UN MAC PER AMICO: USO, APPLICAZIONI E PROGRAMMI PER MACINTOSH	12.000
PP 224	MACINTOSH ARTISTA: MACPAINT E MACDRAW	16.000
CCP277	APPLE IIC GUIDA ALL'USO	45.000
CC 312	PROGRAMMI PER APPLE IIC	13.000
CC 417	PROGRAMMI COMM. E FINANZIARI CON APPLE	22.000
CI 418	DISEGNI ANIMATI CON APPLE	22.000
CC 420	TECNICHE DI INTERFACCIAMENTO DELL'APPLE	20.000
340 H	APPLE MEMO	15.000
CC 576	IL MANUALE DELL'APPLE II GS	28.000
003 H	APPLE IIE IIC	8.500
CC 665	MICROSOFT BASIC PER APPLE MACINTOSH	32.000
	PERSONAL COMPUTER: ATARI - AMSTRAD - SHARP	
540 H	BASIC ATARI	18.000
CC 330	PROGRAMMI PER AMSTRAD CPC 464 CPC 664 - CPC 6128	29.000
CC 331	PROGRAMMI PER ATARI 130XE	19.000
CC 471	MANUALE ATARI 520 ST E 1040 ST	28.000
CC 486	WORD PROCESSING CON AMSTRAD PCW 8256/8512	35.000
032 T	AMSTRAD PCW 8256 e PCW 8512	14.000
014 H	SHARP MZ-80A	8.500
028 H	AMSTRAD 464 E 664	8.500
	COMUNICATION E TELEMATICA	
309 A	PRINCIPI E TECNICHE DI ELABORAZIONE DATI	20.000
518 D	TELEMATICA	28.000
528 P	TRASMISSIONE DATI	27.000
617 P	RETI DATI: CARATTERISTICHE, PROGETTO E SERVIZI TELEMATICI	40.000
GYS314	ELABORAZIONE DIGITALE DEI SEGNALI: TEORIA E PRATICA	25.000
PA 327	BANCHE DATI RICERCA ONLINE	26.000
158 LC	COMUNICAZIONI DALLE ONDE ELETTROMAGNETICHE ALLA TELEMATICA	55.000
CC 472	MODEM E PC USO E APPLICAZIONI	25.000
GTS478	RETI LOCALI	44.000
GTS479	IL MODEM - TEORIA, FUNZIONAMENTO	28.000
R 542	TRASMISSIONE DATI PER PC	31.000
GT 555	LA TELEMATICA NELL'UFFICIO	35.000
R 601	COLLEGAMENTO TRA MICRO E MAINFRAME	39.000
	ELETTRONICA DI BASE E TECNOLOGIA	
201 A	CORSO DI ELETTRONICA FONDAMENTALE CON ESPERIMENTI	35.000
204 A	ELETTRONICA INTEGRATA DIGITALE	50.000
205 A	MANUALE PRATICO DI PROGETTAZIONE ELETTRONICA	35.000
200 A	SISTEMI DIGITALI: MANUTENZIONE, RICERCA ED ELIMINAZIONE GUASTI	28.500
GES262	TECNOLOGIE VLSI	70.000
GES390	ELETTRONICA INTEGRATA DIGITALE IL LIBRO DELLE SOLUZIONI	17.000
CE 411	LA FISICA DEI SEMICONDUTTORI	10.000
158 PC	ELETTRONICA DI BASE I FONDAMENTI DELL'ELETTRONICA ANALOGICA	55.000
158 CC	ELETTRONICA DIGITALE VOL. 1 DALLE PORTE LOGICHE AI CIRCUITI INTEGRATI	55.000
158 DC	ELETTRONICA DIGITALE VOL. 2 DAI BUS AI GATE ARRAY	55.000
158 GC	ELETTROTECNICA ELETTROSTATICA ELETTROMAGNETISMO RETI ELETTR.	55.000
	ELETTRONICA: CIRCUITI E COMPONENTI	
601 B	TIMER 555	10.000
203 A	INTRODUZIONE AI CIRCUITI INTEGRATI DIGITALI	10.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
612 P	MANUALE DEGLI SCR VOL. 1	28.000
613 P	MANUALE DI OPTOELETTRONICA	15.000
614 A	FIBRE OTTICHE	15.000
GE 403	JFET MOS E DATA BOOK	20.000
GE 404	TRANSISTOR DATA BOOK	32.000
GE 405	METODI DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	17.000
CE 413	IL MANUALE DEGLI SCR E TRIAC	15.000
CE 421	MANUALE DEI FILTRI ATTIVI	29.000
CE 423	MANUALE DEI PLL PROGETTAZIONE DEI CIRCUITI	29.000
CE 425	MANUALE DEGLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI	29.000
CE 429	250 PROGETTI CON GLI AMPLIFICATORI DI NORTON	39.000
CE 431	MANUALE DEI CMOS	25.000
CE 485	IL COLLAUDO DELLE SCHEDE	18.000
BE 557	I TRASDUTTORI	43.000
BT 585	FIBRE OTTICHE	29.000
BE 578	MANUALE DI ELETTRONICA	29.000
BE 558	IL MANUALE DEL TECNICO ELETTRONICO	51.000
BE 610	GUIDA ALLA STRUMENTAZIONE ELETTRONICA	34.000
BE 619	MULTIMETRI DIGITALI	42.000
BE 639	ENCICLOPEDIA DEI CIRCUITI INTEGRATI	60.000
	ELETTRONICA: APPLICAZIONI	
701 P	MANUALE PRATICO DEL RIPARATORE RADIO TV	29.000
705 P	IMPIEGO PRATICO DELL'OSCILLOSCOPIO	17.500
618 P	MISURE ELETTRONICHE E DIAGNOSI DEI GUASTI	34.500
708 P	MASTER TVC 1	30.000
709 P	MASTER TVC 2	30.000
615 P	PROGETTAZIONE DI SISTEMI DI ALTOPARLANTI	21.000
CE 427	L'ELETTRONICA A STATO SOLIDO	25.000
	ELETTRONICA: MICROPROCESSORI	
310 P	NANOBOOK Z80 VOL. 1	20.000
007 A	BUGBOOK VII	17.000
314 P	TECNICHE DI INTERFACCIAMENTO DEI MICROPROCESSORI	31.000
312 P	NANOBOOK Z80 VOL. III	25.000
320 P	MICROPROCESSORI DAI CHIPS AI SISTEMI	29.000
324 P	PROGRAMMAZIONE DELLO Z80 E PROGETTAZIONE LOGICA	21.500
326 P	Z80 PROGRAMMAZIONE IN LINGUAGGIO ASSEMBLY	50.000
328 D	PROGRAMMAZIONE DELLO Z80	40.000
504 B	APPLICAZIONI DEL 6502	17.000
503 B	PROGRAMMAZIONE DEL 6502	35.000
505 B	GIOCHI CON IL 6502	19.500
342 A	CAPIRE I MICROPROCESSORI	10.000
G 220	8086-8088 PROGRAMMAZIONE	40.000
GY 265	ASSEMBLER PER IL 68000	70.000
CE 410	IMPIEGO DELLO Z80	23.000
158 HC	MICROPROCESSORI ARCHIT. PROGR. E INTERFAC. DEI MP DA 4 A 32 BIT	55.000
013 H	ASSEMBLER 6502	8.500
016 H	ASSEMBLER Z80	8.500
021 H	ASSEMBLER 68000	8.500
025 H	ASSEMBLER 8086-8088	8.500
029 H	ASSEMBLER 80286	8.500
GE 567	80286 ARCHITETTURA E PROGRAMMAZIONE	58.000
	AUTOMAZIONE	
208 A	CONTROLLORI PROGRAMMABILI	24.000
616 P	CONTROLLO AUTOMATICO DEI SISTEMI	29.500
GES251	STRUTTURA E FUNZIONAMENTO DEI CONTROLLI NUMERICI	29.000
GES252	CONTROLLI NUMERICI: PROGRAMMAZIONE E APPLICAZIONI	28.000
G 399	30 APPLICAZIONI DI CAD	29.000
G 401	CAD/CAM & ROBOTICA	28.000
CI 414	DAL CHIP ALLA ROBOTICA	15.000
GE 547	LA PROGETTAZIONE AUTOMATICA	32.000
	DIZIONARI ENCICLOPEDICI	
DS 498	FISICA	14.000
DS 499	MATEMATICA	14.000
DS 522	GEOLOGIA	14.000
DS 524	ELETTRONICA	14.000
DS 525	ASTRONOMIA	14.000
DS 526	CHIMICA	14.000
DS 527	RAGIONERIA GENERALE	14.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
DS 528	RAGIONERIA APPLICATA	14.000
DS 529	BIOLOGIA	14.000
DS 530	MECCANICA	14.000
DS 531	INFORMATICA	14.000
	ARGOMENTI VARI	
704 D	MANUALE PRATICO DI REGISTRAZIONE	10.000
706 A	COMUNICAZIONI RADIO IN MARE	18.000
800 H	FENDER, STORIA DI UN MITO	28.000
R 574	MANUALE DELLE STAMPANTI LASER	25.000
050 T	WORD	14.500
AQ 1861	AUTOMOBILE QUARTERLY N. 1	20.000
AQ 1872	AUTOMOBILE QUARTERLY N. 2	20.000
AQ 1873	AUTOMOBILE QUARTERLY N. 3	20.000
AQ 1874	AUTOMOBILE QUARTERLY N. 4	20.000
AQ 1875	AUTOMOBILE QUARTERLY N. 5	20.000
NQ 1861	NAUTICAL QUARTERLY N. 1	20.000
NQ 1862	NAUTICAL QUARTERLY N. 2	20.000
NQ 1863	NAUTICAL QUARTERLY N. 3	20.000
NQ 1874	NAUTICAL QUARTERLY N. 4	20.000
NQ 1875	NAUTICAL QUARTERLY N. 5	20.000
NQ 1876	NAUTICAL QUARTERLY N. 6	20.000
	LIBRI PER RAGAZZI	
005 D	ENTRIAMO NEL CHIP: COME FUNZIONA E COSA PUÒ FARE	9.000
006 D	GIOCHI CON IL COMPUTER: COME FUNZIONANO, COME SI VINCE	9.000
003 D	ROBOT	9.000
007 D	PRIMI PASSI IN BASIC: UNA FACILE GUIDA PER SCRIVERE PROGRAMMI	9.000
008 D	CONOSCERE IL PERSONAL: COME LAVORA E COSA PUÒ FARE	9.000
009 D	COSTRUISCI PROGRAMMI DI ADVENTURE PER IL TUO COMPUTER	9.000
010 D	GIOCHI SPAZIALI	9.000
011 D	BATTAGLIE CON IL COMPUTER	9.000
018 D	IMPARIAMO A PROGRAMMARE: BASIC PER PRINCIPIANTI	9.000
002 D	INTRODUZIONE AL LINGUAGGIO MACCHINA	9.000
001 D	APPLICAZIONI PRATICHE DEL PERSONAL COMPUTER	9.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
013 D	COMPUTER GRAFICA: DALL'ANIMAZIONE AGLI ARCADE	9.000
014 D	BASIC È FACILE	9.000
015 D	TUTTO CIÒ CHE AVRESTE VOLUTO SAPERE SUL COMPUTER	9.000
016 D	PRATICA DEL BASIC	9.000
017 D	GIOCHI DI SPIONAGGIO: BRIVIDO E MISTERO	9.000
019 D	MISTERO DELLA MONTAGNA D'ARGENTO	9.000
020 D	DIVERTIRSI CON IL PERSONAL	9.000
004 D	RIVOLUZIONE INFORMATICA	9.000
022 D	ESPANSIONI DEL PERSONAL COMPUTER	9.000
023 D	COMPUTER CON FANTASIA	9.000
026 D	ISOLA DEI SEGRETI	9.000
CU 001	COFANETTO USBORNE (N. 1)	45.000
CU 002	COFANETTO USBORNE (N. 2)	45.000
	SOFTWARE E MANAGEMENT TOOLS	
CZ 469	GRAFIX - DISEGNARE CON IL PC (FLOPPY)	50.000
TP 606	CORSO AUTOISTRUZIONE LOTUS 1-2-3 (VERS. ITALIANA) F - MS DOS	90.000
TY 605	CORSO AUTOISTRUZIONE SUL SISTEMA MS DOS - FLOPPY	50.000
TY 640	TURBO PASCAL - LIBRERIA DI PROGRAMMI F - MS DOS	40.000
TP 643	CORSO AUTOISTRUZIONE LOTUS 1-2-3 (INGLESE) F - MS DOS	90.000
TP 608	BUDGET STRATEGICO (LOTUS 1-2-3) F - MS DOS	100.000
TP 614	GESTIONE DELLE COMMESSE DI PRODUZIONE - F - MS DOS	100.000
TP 623	CONTROLLO DELLE VENDITE (CON MULTIPLAN) F - MS DOS	100.000
TP 625	GESTIONE DEL PERSONALE (LOTUS 1-2-3) F - MS DOS	100.000
TP 677	GESTIONE DELLE COMMESSE CON MULTIPLAN 2.0 - FLOPPY MS-DOS	100.000
TP 673	PREVENTIVO E CONSUNTIVO DEI COSTI - CON LOTUS 1-2-3 VERS. 2 E MULTIPLAN 2.0 - FLOPPY MS-DOS	100.000
TP 670	1-2-3 LIBRERIA DI MACRO - FLOPPY MS-DOS	60.000
TY 691	SUPER SCREEN - UTILITY PER I PROGRAMMATORI - FLOPPY MS-DOS	50.000
TY 690	PC DOCTOR UTILITY - RECOVERING DEI FILE - FLOPPY MS-DOS	60.000

CODICE	TITOLO	PREZZO
	NOVITÀ MAGGIO '88	
R 600	MS DOS ADVANCED - Il Manuale del Programmatore	55.000
GE 584	ROBOTICA - Fondamenti e applicazioni	38.000
GY 629	SOFTWARE DI BASE - Strumenti di sviluppo	52.000
PP 593	VENTURA - Il grande manuale	55.000
R 671	LINGUAGGIO C - Reference guide	12.500
051 T	I COMANDI DI LOTUS 1-2-3 - Reference guide	12.500
BE 718	77 SCHEDE PER IL RIPARATORE TV	40.000

Per le vostre ordinazioni per corrispondenza utilizzate l'apposita cedola inserita in questa rivista.

* L'Editore si riserva di modificare i prezzi di copertina in qualsiasi momento.

GRUPPO EDITORIALE JACKSON
DIVISIONE PUBBLICITÀ

J0008/B

ABBONARSI CONVIENE SEMPRE

J0037

SÌ DESIDERO ABBONARMI ALLE SEGUENTI RIVISTE JACKSON:

COMPILATE E SPEDITE IN BUSTA CHIUSA A : GRUPPO EDITORIALE JACKSON VIA ROSELLINI, 12 - 20124 MILANO

N.B. Per abbonamenti all'estero le tariffe dovranno essere raddoppiate. Non è prevista la spedizione via aerea

☐ L'abbonamento dovrà decorrere dal mese di _____

Nome e Cognome _____

Via e n. _____ Tel. ( ) _____

Cap _____ Località _____ Prov _____

Per il pagamento ☐ Allego assegno n. _____ di L. _____

Banca _____

☐ Ho effettuato versamento di L. _____ sul c/c postale n. 11666203 intestato a Gruppo Editoriale Jackson - Milano e allego fotocopia della ricevuta

☐ Ho effettuato versamento di L. _____ tramite vaglia postale o telegrafico e allego fotocopia della ricevuta

☐ Vi autorizzo ad addebitare l'importo di L. _____ sulla carta di credito ☐ VISA ☐ AMERICAN EXPRESS ☐ DINERS CLUB ☐ CARTA SI

N. _____ Data di scadenza a _____

Data _____ Firma _____

☐ INDUSTRIA OGGI	numeri 10	L. 41.000
☐ ELETTRONICA OGGI	numeri 20	L. 79.000
☐ AUTOMAZIONE OGGI	numeri 20	L. 78.000
☐ EO NEWS	numeri 40	L. 79.500
☐ WATT	numeri 11	L. 35.500
☐ TRASMISSIONE DATI E TELECOMUNICAZIONI	numeri 11	L. 44.000
☐ VIDEOTEL MAGAZINE	numeri 6	L. 20.000
☐ INFORMATICA OGGI	numeri 11	L. 40.000
☐ INFORMATICA OGGI SETTIMANALE	numeri 40	L. 80.000
☐ LAB NEW	numeri 8	L. 36.000
☐ COMPUTER GRAFICA & APPLICAZIONI	numeri 6	L. 30.000
☐ PC WORLD MAGAZINE	numeri 11	L. 44.000
☐ PCW Magazine + PC Floppy	numeri 11	L. 105.000
☐ BIT	numeri 11	L. 43.000
☐ SUPERCOMMODORE 64 & 128 (con cassetta)	numeri 11	L. 66.000
☐ SUPERCOMMODORE 64 & 128 (con disco)	numeri 11	L. 84.000
☐ NOI 128 & 64 (con cassetta)	numeri 11	L. 70.000
☐ NOI 128 & 64 (con disco)	numeri 11	L. 115.000
☐ COMMODORE PROFESSIONAL	numeri 10	L. 48.000
☐ OLIVETTI PRODEST USER	numeri 6	L. 20.000
☐ LA RIVISTA DI ATARI	numeri 6	L. 24.000
☐ COMPUSCUOLA	numeri 10	L. 32.000
☐ FARE ELETTRONICA	numeri 12	L. 39.000
☐ STRUMENTI MUSICALI	numeri 11	L. 35.000
☐ NAUTICAL QUARTERLY	numeri 4	L. 70.000
☐ AUTOMOBILE QUARTERLY	numeri 4	L. 69.500

ABBONARSI CONVIENE SEMPRE

GRUPPO EDITORIALE JACKSON

É JACKSON IL TUO LIBRO

1

Se desiderate ordinare libri Jackson utilizzate la cedola qui a fianco. Indicate negli appositi spazi i codici dei libri richiesti e le quantità. Precisate anche il tipo di pagamento scelto, il vostro nome, cognome, indirizzo.

Ritagliate e spedite in busta chiusa la cedola qui a fianco, riportando sulla busta l'indirizzo esatto del Gruppo Editoriale Jackson.

SERVIZIO LETTORI

CEDOLA COMMISSIONE LIBRI

Nome

Cognome

Via e numero

CAP e città

( )

Prov. telefono

GRUPPO EDITORIALE
JACKSON
Via Rosellini, 12
20124 Milano

RITAGLIARE E SPEDIRE IN BUSTA CHIUSA

É JACKSON LA TUA ENCICLOPEDIA

2

Se desiderate acquistare una enciclopedia o una "Grande Opera Jackson", con pagamento in un'unica soluzione oppure informazioni per l'acquisto con formula rateale a sole L. 25.000 mensili e un semplice anticipo di L. 45.000, compilate la cedola qui a fianco precisando il tipo di pagamento scelto.

Ritagliate e spedite in busta chiusa la cedola qui a fianco, riportando sulla busta l'indirizzo esatto del Gruppo Editoriale Jackson.

SERVIZIO LETTORI

CEDOLA COMMISSIONE GRANDI OPERE

Nome

Cognome

Via e numero

CAP e città

( )

Prov. telefono

GRUPPO EDITORIALE
JACKSON
Via Rosellini, 12
20124 Milano

RITAGLIARE E SPEDIRE IN BUSTA CHIUSA

É JACKSON IL TUO AGGIORNAMENTO

3

Se desiderate ricevere rapidamente informazioni sui prodotti pubblicati dal Gruppo Editoriale Jackson, barrate le caselle della cedola qui a fianco.
La cedola è predisposta per due nominativi.

Ritagliate e spedite in busta chiusa la cedola qui a fianco, riportando sulla busta l'indirizzo esatto del Gruppo Editoriale Jackson.

SERVIZIO LETTORI

CEDOLA AGGIORNAMENTO

IL SISTEMA PIÙ RAPIDO E PRATICO PER RICEVERE DOCUMENTAZIONE SUI PRODOTTI JACKSON

GRUPPO EDITORIALE
JACKSON
Via Rosellini, 12
20124 Milano

RITAGLIARE E SPEDIRE IN BUSTA CHIUSA

É JACKSON IL TUO LIBRO

1

Se desiderate ordinare libri Jackson utilizzate la cedola qui a fianco. Indicate negli appositi spazi i codici dei libri richiesti e le quantità. Precisate anche il tipo di pagamento scelto, il vostro nome, cognome, indirizzo.

Ritagliate e spedite in busta chiusa la cedola qui a fianco, riportando sulla busta l'indirizzo esatto del Gruppo Editoriale Jackson.

É JACKSON LA TUA ENCICLOPEDIA

2

Se desiderate acquistare una enciclopedia o una "Grande Opera Jackson" con pagamento in un'unica soluzione oppure informazioni per l'acquisto con formula rateale a sole L. 25.000 mensili e un semplice anticipo di L. 45.000, compilate la cedola qui a fianco precisando il tipo di pagamento scelto.

Ritagliate e spedite in busta chiusa la cedola qui a fianco, riportando sulla busta l'indirizzo esatto del Gruppo Editoriale Jackson.

É JACKSON IL TUO AGGIORNAMENTO

3

Se desiderate ricevere rapidamente informazioni sui prodotti pubblicati dal Gruppo Editoriale Jackson, barrate le caselle della cedola qui a fianco. La cedola è predisposta per due nominativi.

Ritagliate e spedite in busta chiusa la cedola qui a fianco, riportando sulla busta l'indirizzo esatto del Gruppo Editoriale Jackson.

SERVIZIO LETTORI

CEDOLA COMMISSIONE LIBRI

SÌ INVIATEMI I VOLUMI SOTTOELENCATI:

INDICARE CHIARAMENTE CODICI E QUANTITÀ DEI VOLUMI RICHIESTI

Codice	Q.tà	Codice	Q.tà	Codice	Q.tà	Codice	Q.tà

Ordine minimo L. 30.000 + L. 3.000 per contributo fisso spese di spedizione

☐ **Non sono abbonato** a riviste Jackson

☐ **Sono abbonato** alla/e seguente/i rivista/e Jackson

_____

_____ e ho quindi diritto allo sconto del **10%**

MODALITÀ DI PAGAMENTO

A ☐ Allego assegno n. _____ di L. _____ della Banca _____

B ☐ Ho effettuato il pagamento di L. _____ a mezzo: ☐ vaglia postale ☐ vaglia telegrafico ☐ versamento sul c/c postale n. 11666203 intestato a Gruppo Editoriale Jackson SpA Milano e allego fotocopia della ricevuta.

C ☐ Pagherò al postino l'importo di L. _____ al ricevimento dell'opera.

D ☐ Vi autorizzo ad addebitare l'importo di L. _____ sulla carta di credito: ☐ Visa ☐ American Express ☐ Diners Club

conto n. _____ data di scadenza _____

☐ Richiedo l'emissione della fattura (formula riservata alle aziende) e comunico il numero di Partita IVA _____

DATA _____ FIRMA _____

É JACKSON IL TUO LIBRO

SERVIZIO LETTORI

CEDOLA COMMISSIONE GRANDI OPERE

SÌ INVIATEMI LE SEGUENTI "GRANDI OPERE JACKSON"

- ☐ **EI - Enciclopedia di Elettronica e Informatica** (cod. 159B) n. 10 volumi — L. 476.000
- ☐ **SOFTWARE** (cod. 162SFR) n. 5 volumi — L. 236.000
- ☐ **DEI - Dizionario di Elettronica e Informatica** (cod. 161R) n. 10 volumi — L. 276.000
- ☐ **Enciclopedia Monografica di Elettronica e Informatica** (cod. 161RM) n. 2 volumi — L. 116.000
- ☐ **ABC Personal Computer** (cod. 160B) n. 4 volumi — L. 136.000
- ☐ **VIDEOBASIC** n. 20 lezioni — L. 176.000
  - ☐ MSX (cod. VBM 005) n. 20 cassette ☐ SPECTRUM (cod. VBS 003) n. 20 cassette
  - ☐ C64/C128/64PC (cod. VBC002) n. 20 cassette
  - ☐ C64/C128/64PC (cod. VBCF02) n. 10 floppy
  - ☐ C16/PLUS4 (cod. VBC004) n. 20 cassette ☐ VIC 20 (cod. VBV001) n. 20 cassette
- ☐ **CORSO DI GRAFICA** C64/C128/64PC (cod. CG02E) n. 10 lezioni + n. 10 cassette — L. 96.000
- ☐ **A SCUOLA DI SCACCHI** C64/C128/64PC (cod. SS02E) n. 10 lezioni + n. 10 cassette — L. 96.000
- ☐ **7 NOTE BIT** C64/C128/64PC (cod. SNC004) n. 15 lezioni + n. 15 cassette — L. 156.000
- ☐ **LABORATORIO DI ELETTRONICA** (cod. LE02E) n. 5 volumi (disp. da giugno 1988) — L. 236.000
- ☐ **BYTES** (cod. BY02E) n. 6 volumi (disp. da giugno 1988) — L. 276.000

MODALITÀ DI PAGAMENTO IN UN'UNICA SOLUZIONE

A ☐ Allego assegno n. _____ di L. _____ della Banca _____

B ☐ Ho effettuato il pagamento di L. _____ a mezzo: ☐ vaglia postale ☐ vaglia telegrafico ☐ versamento sul c/c postale n. 11666203 intestato a Gruppo Editoriale Jackson SpA Milano e allego fotocopia della ricevuta.

C ☐ Pagherò al postino l'importo di L. _____ al ricevimento dell'opera.

D ☐ Vi autorizzo ad addebitare l'importo di L. _____ sulla carta di credito: ☐ Visa ☐ American Express ☐ Diners Club

conto n. _____ data di scadenza _____

☐ Richiedo l'emissione della fattura (formula riservata alle aziende) e comunico il numero di Partita IVA _____

DATA _____ FIRMA _____

PAGAMENTO RATEALE

☐ Sono interessato all'acquisto delle seguenti "GRANDI OPERE JACKSON"

(indicare il titolo) _____

_____ inviatemi al più presto le modalità di acquisto.

☐ Inviatemi il nuovo catalogo a colori delle "GRANDI OPERE JACKSON"

SERVIZIO LETTORI

CEDOLA AGGIORNAMENTO

Sono interessato ai prodotti della vostra attività editoriale e in particolare desidero ricevere, al più presto, la seguente documentazione:

Per me		Per il mio collega
☐	Catalogo libri 87/88	☐
☐	Catalogo libri scolastici 87/88	☐
☐	Catalogo "Le Occasioni Jackson"	☐
☐	Catalogo "Le Grandi Opere Jackson"	☐
☐	Informazioni per l'abbonamento alle riviste Jackson	☐
☐	Informazioni sui corsi di Alta Tecnologia SATA	☐
☐	Un fascicolo saggio de "Le Grandi Opere Jackson": _____ specificare quale	☐
☐	Una rivista Jackson in saggio: _____ specificare quale	☐

Cognome _____

Nome _____

Via _____ N. _____

C.a.p. _____ Città _____ Prov. _____

Data di nascita _____

Tel. (_____) _____

Cognome _____

Nome _____

Via _____ N. _____

C.a.p. _____ Città _____ Prov. _____

Data di nascita _____

Tel. (_____) _____

Laboratorio di ELETTRONICA PROFESSIONALE

In edicola il 1 di ogni mese

per l'hobbista elettronico più esigente

LABORATORIO DI ELETTRONICA PROFESSIONALE si rivolge a tutti gli appassionati che, avendo già assimilato i criteri di base della sperimentazione elettronica, intendono approfondire i concetti, attraverso realizzazioni pratiche sempre più sofisticate e complesse. Ogni fascicolo contiene master dei circuiti stampati, su pellicola.

In più, **LABORATORIO DI ELETTRONICA PROFESSIONALE** contiene in tutti i fascicoli uno speciale inserto da staccare e conservare, per formare la preziosa **Guida Mondiale dei Transistori.**

È IN EDICOLA A L.3.000

Una pubblicazione

GRUPPO EDITORIALE JACKSON
DIVISIONE GRANDI OPERE

FLUKE: una famiglia di strumenti d'élite alla portata di tutti

Per qualsiasi applicazione i multimetri Fluke da 3 digit e ½ e 4 digit e ½ ti offrono di più.

- Applicazioni nell'industria: per lavori difficili, in ambienti e condizioni sfavorevoli, scegli i multimetri della Serie 20. Sono tutti protetti contro sovraccarichi ellettrici.
- Applicazioni che richiedono elevata precisione: l'8060A a 4 digit e ½ e 20.000 punti di risoluzione, offre prestazioni e funzioni uniche in un multimetro portatile, anche nella misura di frequenze. E' quindi imbattibile per telecomunicazioni, TV e Hi-Fi.
- Naturalmente Fluke offre un'ampia gamma di strumenti di qualità da banco e laboratorio. Il rivoluzionario design del modello 37, per esempio, garantisce facilità d'uso in qualsiasi condizione d'impiego e lo rende ideale in uso didattiaco o nella ricerca e sviluppo.
- Per assistenza tecnica i resistenti multimetri della Serie 8020 hanno una straordinaria combinazione di funzioni, riducendo il numero di strumenti che di solito i tecnici si portano appresso per l'assistenza in campo.
- Per avere un multimetro multiuso, chiedi invece la Serie 70 a basso costo: avrai una soluzione ideale a qualsiasi problema.

Chiedi il nostro opuscolo gratuito sull'intera gamma dei multimetri Fluke.

DAL LEADER MONDIALE NEL CAMPO DEI MULTIMETRI DIGITALI

FLUKE®

SISTREL
SOCIETA ITALIANA STRUMENTI ELETTRONICI SpA

20092 - CINISELLO B. (MI) - Via P. Da Volpedo 59 TEL. (02) 6181893
37121 - VERONA - Via Pallone 8 TEL. (045) 595338
00142 - ROMA - Via Erminio Spalla 41 TEL. (06) 5040273
10148 - TORINO - Via Beato Angelico 20 TEL. (011) 2164378
19100 - LA SPEZIA - Via Crispi 18 TEL. (0187) 20743
65016 - MONTESILVANO SPIAGGIA (PE) Via Secchia 4 - TEL. (085) 837593
80126 - NAPOLI - Via Cintia al Parco San Paolo 35 TEL. (081) 7679700

DISTRIBUTORI

Ancona, GP Electronic Fittings, Tel. (071) 804018; **Avezzano (AQ),** Curti Lorenzo, Tel. (0863) 29397; **Bari,** Damiani Saverio, Tel. (080) 216796; **Barzanò (CO),** Sacchi Elettronica, Tel. (039) 956258; **Belluno,** Elco Elettronica, Tel. (0437) 20161; **Bergamo,** C&D Elettronica, Tel. (035) 249026; **Bologna,** Radioricambi, Tel. (051) 250044; Lart Elettronica Srl., Tel. (051) 406032; **Bolzano,** Technolasa Elettronica, Tel. (0471) 930500; **Brescia,** Elettrogamma, Tel. (030) 393888; Stemar, Tel. (030) 347110; **Bresso (MI),** EPS Elettronica (02) 6140854; **Brindisi,** Elettronica Componenti, Tel. (0831) 882537; **Busto Arsizio (VA),** Mariel Ricambi, Tel. (0331) 625350; **Cagliari,** Fratelli Fusaro, Tel. (070) 44272; **Casapulla (CE),** Segel Srl., Tel. (0823) 465711; **Casoria (NA),** Cangiano SpA., Tel. (081) 5701000; **Castelfidardo (AN),** Adimpex, Tel. (071) 7819012; **Castellanza (VA),** Vematron, Tel. (0331) 504064; **Castione Andevenno (SO),** Elenord, Tel. (0342) 358082; **Catania,** Importex Srl., Tel. (095) 437086; **Cernusco S/N,** C & D, Tel. (02) 9237744; **Chieti,** C.E.I.T. Srl., Tel. (0871) 59547; **Cinisello Balsamo (MI),** CKE Centro Kit Elettronica, Tel. (02) 6174981; GBC Italiana, Tel. (02) 6181801; **Cognento (MO),** Lart Elettronica, Tel. (059) 341134; **Como,** Gray Electronics, Tel. (031) 557424; **Conegliano (TV),** Elco Elettronica, Tel. (0438) 64637; **Cuneo,** Gaber snc, Tel. (0171) 68829; **Eboli (SA),** Fulgione Calcedonio, Tel. (0828) 31263; **Feletto U. (UD),** Electronic Store, Tel. (0432) 680178; **Firenze,** Dis. Co Elettronica, Tel. (055) 352865; Alta Srl., Tel. (055) 717402; **Foggia,** Pavan Maurizio, Tel. (0881) 39462; **Forlì,** Radiofornitura Romagnola, Tel. (0543) 33211; **Frosinone,** Mansi Luigi, Tel. (0775) 874591; **Galliate (NO),** Rizzieri Guglielmo e C., Tel. (0321) 63377; **Genova,** Gardella Elettronica, Tel. (010) 873487; **Gorizia,** B&S Elettronica Professionale, Tel. (0481) 32193; **Ivrea,** Orme snc, Tel. (0125) 53067; **Izzalini (PG),** Esco, Tel. (075) 8853163; **La Spezia,** La Radioparti G.P., Tel. (0187) 551291; Vart la Spezia, Tel. (0187) 509768; Coprobit, Tel. (0187) 511173; Antei Paolucci, Tel. (0187) 502359; **Latina,** Cepi Srl., Tel. (0773) 241977; **Lecco (CO),** Incomin, Tel. (0341) 361245; **Lissone (MI),** CO.EL. Tel. (039) 480648; **Livorno,** G.R. Electronics Sas, Tel. (0586) 806020; **Mantova,** Autoidea, Tel. (0376) 350376; **Marghera (VE),** G. Elettrica, Tel. (041) 932562; **Melito di Napoli,** Gennaro D'Amodio SpA, Tel. (081) 7111260; **Milano,** Cimee Elettronica, Tel. (02) 306942; Clar Shop Elettronica, Tel. (02) 3495649; Printel Sas, Tel. (02) 4229479; Select Elettronica, Tel. (02) 4043527; **Montorio al Vomano (TE),** Sport Idea, Tel. (0861) 592079; **Monza (MI),** Elettronica Monzese, Tel. (039) 323153; **Napoli,** Antonio Abbate, Tel. (081) 333552; VDB Elettronica Srl., Tel. (081) 287233; C e T Srl., Tel. (081) 7414025; **Padova,** Eco, Tel. (049) 761877; **Palermo,** Elettronica Agrò, Tel. (091) 250705; AP Elettronica Srl., Tel. (091) 6252453; **Pavia,** REO Elettronica, Tel. (0382) 473973; **Perugia,** Nuova Elettronica, Tel. (075) 44365; **Pescara,** Feril Elettroforniture, Tel. (085) 52441; Pan Didattica, Tel. (085) 64908; **Piacenza,** ERC, Tel. (0523) 24346; Sistemi e Controlli, Tel. (0523) 752699; **Pordenone,** Emporio Elettronico, Tel. (0434) 27962; **Porto d'Ascoli (AP),** On-Off Centro Elettronico, Tel. (0735) 658873; **Prato (FI),** L'Elettronica, Tel. (0574) 596468; **Rho (MI),** Centro Componenti TV, Tel. (02) 9307727; **Rieti,** Centro Elettronica, Tel. (0746) 45017; **Roma,** Giupar, Tel. (06) 5758734; NTS Sas, Tel. (06) 6143407; Tecno Strumenti, Tel. (06) 4956798; Diesse, Tel. (06) 776494; Centro Elettr. Trieste, Tel. (06) 867901; D.M.E. Srl., Tel. (06) 6232124; S.M.E.T., Tel. (06) 6258304; EL.CO. Tel. (06) 5135908; **San Gavino (CA),** CA.MO.EL. Sas, Tel. (070) 9338307; **Sassari,** Pintus, Tel. (079) 294289; **Scandicci (FI),** ECR Elettronica, Tel. (055) 2590032; **Sesto S. Giovanni (MI),** Vart, Tel. (02) 2479605; **Siracusa,** Elettronica Professionale, Tel. (0931) 53589; **Taranto,** Eurotecnica, Tel. (099) 442461; **Terni,** AS.SI Elettronica, Tel. (0744) 43377; Ramozzi Rossana Snc., Tel. (0744) 49848; **Torino,** Pinto F.lli, Tel. (011) 5213188; Reis Elettronica, Tel. (011) 6197362; Carter Spa, Tel. (011) 592512; Telma Srl., Tel. (011) 740984; **Tortona (AL),** Elettronica di Marciano, Tel. (0131) 811292; **Trento,** Elettronica Tauti, Tel. (0461) 21255; Fox Elettronica, Tel. (0461) 824303; **Treviso,** RT Sistem, Tel. (0422) 55455; **Trezzano S/N (MI),** CDR, Tel. (02) 4454183; **Trieste,** Radio Kalika RK Elettronica, Tel. (040) 62409; **Udine,** RT Sistem, Tel. (0432) 481096; **Varese,** Elettronica Ricci, Tel. (0332) 281450; **Venezia Mestre,** Marter Elettronica Snc., Tel. (041) 971499; **Verona,** SCE Elettronica Snc., Tel. (045) 972655; **Vicenza,** Elettronica Bisello, Tel. (0444) 512985; **Viterbo,** Elettra, Tel. (0761) 237755